

**„STELLA“
CSILLAGÁSZATI
EGYESÜLET
ALMANACHJA
1925-RE.**

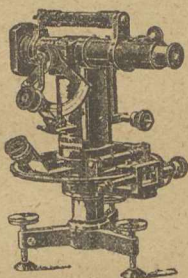
KIR. MAGY. EGYETEMI NYOMDA.

MARX ÉS MÉREI tudományos és elektro- mos műszerek gyára ♦

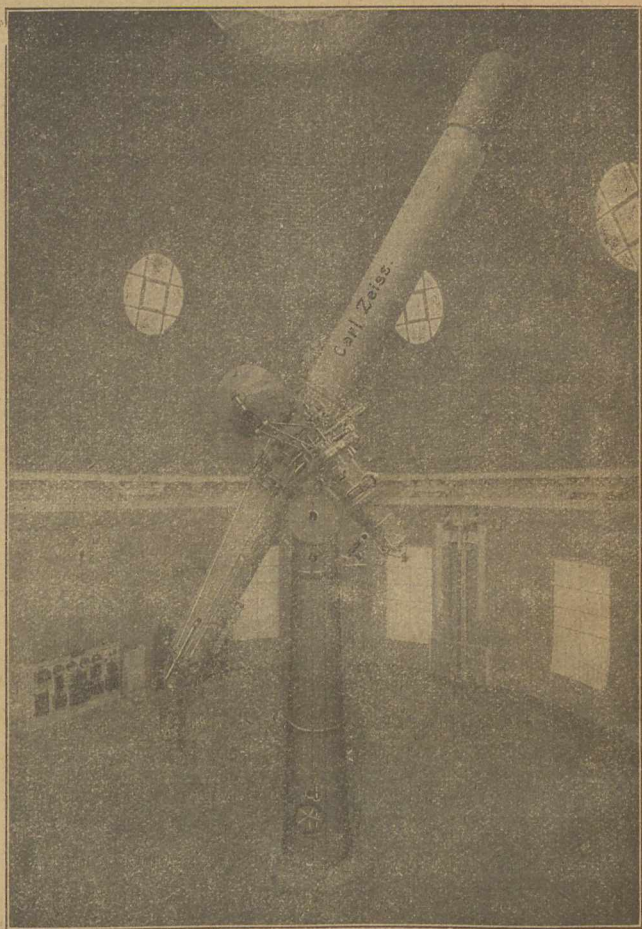
Budapest, VI., Bulcsu-u. 7. Telefon: 21-06. és 154-88.

Gyártanak :

Mindennemű tudományos kutatáshoz való műszereket a fizika, kémia, elektrotechnika, pszichológia és asztrológia köréből. Mérnöki műszerek, elektromos mérőműszerek. Rádiók és rádióalkatrészek.



A gyár fennáll 25 év óta. — Az 1912. évi turini világkiállításon cégünk aranyérmet és külön aranyoklevelet nyert. — Cégünk készítette a néhai dr. Konkoly Thege Miklós által tervezett 6"-es távcsövet az ógyallai csillagvizsgáló-intézet számára.



A babelsbergi csillagvizsgáló nagy refraktora. Objektívjének átmérője 65 cm., fókusz távolsága 10,5 méter. A kupolaterem belső átmérője 14,5 méter.

ZEISS

CSILLAGÁSZATI MŰSZEREK.

Főlszerelések műkedvelő csillagászok részére. Terresztikus távcsövek. Kilátó távcsövek. Csillagászati optika. Kupolák. AS 60. sz. és egyéb árjegyzékek ingyen és bérmentve.

Magyarországi vezérképviselője: **ifj. Jurányi Henrik**
Budapest, I., Pauler-utca 10. III. Telefon: 175—67.



Kilián Frigyes Utóda

magyar királyi egyetemi könyvkereskedése
Budapest, IV. ker., Váci-utca 32. sz.

A legjobb bel- és külföldi műszaki, természet-tudományi és matematikai művek állandó nagy raktára. — Elvállalja bárhol megjelent könyvek beszerzését és folyóiratok szállítását. Számos tudományos intézet állandó szállítója.

Alapítási év
1832.



Telefon :
1—96.

„STELLA“

CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET

ALMANACHJA

1925-RE.

SZERKESZTIK :

TASS ANTAL ÉS WODETZKY JÓZSEF

ÜGYVEZETŐ TITKÁROK.



BUDAPEST,

KIR. MAGYAR EGYETEMI NYOMDA.

1924.

Wedgery Cal. 1938.

ELNÖKI ELŐSZÓ.

Midőn a Pázmány Péter alapítását, a *nagyszombati* egyetemet 1777-ben *Budára* áthelyezték, az egyetemmel költözködött annak leányintézménye, a magyar csillagvizsgáló is. Sokat tanakodtak az elhelyezés kérdésén s végül sajátságos megoldást találtak. Mária Terézia uralkodásának elején veszedelmes háborúkat viselt, miközben Bécs helyzete nagyon exponáltnak látszott. Így született meg az a gondolat, hogy a Mária Terézia országainak majdnem a közepén fekvő, védettebb Budán kell királyi várkastélyt építeni. Utóbb a Monarchia helyzete megszilárdult, a harcok zaj is elült s így, bár a budai kastély elkészült, üresen állott s továbbra is Bécs maradt az állandó székhely. Ebbe a célját veszített budai várba helyezték el 1777-ben az egyetemet s az a sajátságos ötletük támadt, hogy erre a kastélyra kell ráépíteni a csillagvizsgáló-tornyot. A mostani főkupolától délre eső épülecsoport Dunára néző középső részének kiemelkedő hosszúka teteje helyén állott a torony, amint azt régi metszeteken látni is lehet.

Utóbb a *Gellérthegyre* költözött a csillagvizsgáló, de onnét elűzték a citadella építésekor.

Ógyallai csillagvizsgálónkat pedig a világháború után, az összeomláskor a csehek vették el tőlünk.

Magyar sors! Más szerencsés nemzetek, ha egyszer egy nagy intézményt megalapítanak, évszázadokig látják annak hasznát. Nekünk magyaroknak, a történelmi balsors nemzetének, a nagy összeomlások után a munkát majd mindig újra kell kezdenünk.

De a Gondviselés, mely a csapásokat reánk méri, gondoskodott erkölcsi erőről is, mely képessé tesz bennünket arra, hogy a munkát bizalommal mindig újra tudjuk kezdeni. Most is új csillagvizsgálót építünk a *Svábhegyen* az ötödik magyar csillagvizsgálót.

E készülő műnek barátait van hivatva tömöríteni a „Stella“ Csillagászati Egyesület. Becsületos igyekezete megérdemli minden jó magyar ember támogatását.

Budapest, 1924. évi december hó 1-én.

Dr. gróf Klebelsberg Kuno

vallás- és közoktatásügyi miniszter,
a „Stella“ Csillagászati Egyesület elnöke.

A SZERKESZTŐK ELŐSZAVA.

Első hívó szóra lelkes, áldozatkész és várakozáson felül nagyszámú tisztelője és barátja a csillagászatnak sereglett a „Stella“ zászlaja köré, bizonyságául annak, hogy e keservesen nehéz idők közepette is a magyar társadalomban a legrégebb és legmagasztosabb tudomány iránti igaz szeretet minő mély gyökeret tudott verni. De nem állhattak meg a megalakulás első tényénél azok, akik a svábhegyi csillagvizsgáló-intézet barátait együvé szőlítették. A „Stella“ nemcsak felkelteni akarja a csillagászat iránt való érdeklődést, hanem ébrentartani, lehetőleg növelni és mélyíteni is. Ezt a célt előadások, csillagászati bemutatóesték rendezésével és időhöz nem kötött, a csillagászat körébe vágó ismertetőfüzetek megjelentetésével akarja szolgálni. De ezenfelül olyasmivel is akar kedveskedni nemcsak a „Stella“ tagjainak, hanem az egész magyar művelt közönségnek, ami eddig az ország sok évszázados irodalmában csak mint sajnálatos hiány szerepelt: csillagászati almanachal, mely ezentúl minden évben rendszeresen fog megjelenni. Oly nagy csillagászati évkönyvről, minő például az 1679 óta megszakítás nélkül megjelenő francia „Connaissance des Temps“, vagy a 151. évfolyamába lépő „Berliner Astronomisches Jahrbuch“ persze szó sem lehet.

A szerkesztők szeme előtt olyasmi lebegett, mint a „Bureau des Longitudes“ „Annuaire“-je, mely már 1796 óta hű informátora a csillagászat franciául beszélő laikus barátainak, vagy a brüsszelli csillagvizsgáló-intézet által kiadott és 1834 óta megszakítás nélkül megjelenő „Annuaire“.

De mi a magyar „Stella“ tagjainak, a magyar közönségnek akarunk megbízható és hű útmutatóval szolgálni, a magyar tanárnak akarunk kezére járni, mikor az Almanachban olyan érdekes és fontos adatokat közlünk, melyekhez máskép csak nagy utánjárással és talán drága pénzen tudna jutni, s nem utolsó sorban a mi tudományszomjas, minden nemes dologért lelkesülő tanulóifjúságunkra gondoltunk, melynek helyes útbaigazítást kell adnunk.

De legyen szabad megjegyeznünk azt, hogy mi a komoly tudomány számára akarjuk az utat egyengetni. A közönséges értelemben vett népszerűsítés messze esik a „Stella“ Almanachjának céljától. A tudáshoz fel kell emelkedni, s rossz szolgálatot tesz az igazi műveltségnek az, ki ezt a felemelkedést fölöslegessé akarja tenni. Azért talál az olvasó az Almanachban kimerítő és alapos magyarázatokat a csillagászati alapfogalmakról és a csillagászat iránt érdeklődőnek alapvető fontosságú csillagászati táblázatokról. Ezt a szorosan vett tudományos részt követik a „Stella“ előkészítő közgyűlésén elhangzott nevezetes beszédek, melyek immár tetté váltak, s melyeket hálás elismeréssel fog olvasni minden, az igaz kultúráért lelkesülő magyar ember.

Tizenhárom tudományos és ismertető cikk gazdagítja ezután a tartalmat, egy külföldi és több magyar tudós jeles tollából. Valamennyi cikk külön az Almanach számára

íródott a szerkesztőség felkérésére. Fogadják a szerzők leg-hálásabb és legmelegebb köszönetünket azért a szeretet-
teljes buzgalomért, mellyel kérésünknek eleget tenni siettek
s a mélyenjáró, tartalmas írásokért, melyeket büszke öröm-
mel adunk az Almanach olvasóinak kezébe.

A „Stella“-egyesületre vonatkozó egy-két fontosabb
közlemény és az egyesület alapszabályai zárják be a
„Stella“ első Almanachját, melyet azzal a kívánsággal
bocsátunk útnak, hogy a közönség érdeklődése minél több
éven át tegye szükségessé megjelenését. Végül arra kérünk
minden igaz érdeklődőt, hogy az Almanachra vagy a
„Stella“ egyéb kiadványaira vonatkozó kívánságait a szer-
kesztőséggel (Budapest, Svábhegy, csillagvizsgáló-intézet)
közölni szíveskedjék.

Budapest, 1924 november hó végén.

Tass Antal,

a svábhegyi csillagvizsgáló-intézet
igazgatója,

a „Stella“ Csillagászati Egyesület Almanachjának szerkesztői, ügyvezető titkárok.

Dr. Wodetzky József

egyetemi nyilvános rendes
tanár,

ÉRTESÍTÉS.

A „Stella“ Csillagászati Egyesület Almanachja az Egyesület tagjainak tagilletmény fejében jár. Bolti ára 50.000 korona.

Az Egyesület elé kitűzött célok biztosítása érdekében kérjük tagjainkat, hogy folyó évi tagdíjaikat és esetleges mult évi hátralékaikat mielőbb átutalni méltóztassanak.

Az Egyesület végrehajtó-bizottságának 1924. évi szeptember 4-én hozott határozata értelmében:

a rendes tagdíj évi 3, a pártoló tagdíj évi minimális 15 aranykorona. Köz- és magántisztviselők, főiskolai hallgatók és a munkásság 50%-os díjkedvezményt igényelhetnek. — Az alapító tagság 100, az örökítő tagság 300 aranykorona. Az alapító- és örökítő tagok alapítványi tagok.

Az Egyesület az eléje kitűzött magasröptű nemes célt csak tagjainak szeretettéjes érdeklődése és hathatós anyagi támogatása mellett valósíthatván meg, nagyon kérjük tagjaink ily irányú állandó támogatását.

*

A tagdíjak és adományok átutalására a mellékelt befizetési lap szolgál. A „Stella“ póstatakarékpénztári csekk-számlájának száma: 37343.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Lapszám
Elnöki előszó	VII
A szerkesztők előszava	IX
Értesítés	XII

I.

Csillagászati táblázatok 1925-re.

A Nap geocentrumos egyenlítői koordinátái, csillagidő, idő- egyenlet; kelte, delelése és nyugvásának ideje . .	1—13
A Hold geocentrumos egyenlítői koordinátái, parallaxisa, félátmérője; kelte, delelése és nyugvásának ideje .	14—25
Holdváltozások	26
A bolygók geocentrumos egyenlítői koordinátái, távolságuk, félátmérőik; keltük, delelésük és nyugvásuk ideje	27—32
A Nap, a Hold, a nagybolygók és holdjaiknak fontosabb elemei	33—35
Visszatérő üstökösök	36
Hullócsillag-rajok	37
Nap- és holdfogyatkozások 1925-ben	38—42
A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1925.0-ra	43—45
Látszó csillaghelyek 1925-re	46—48
Néhány csillagvizsgáló és egyéb hely földrajzi koordinátája	49—53
Különböző országok normálideje	54
Függelék a „Stella“ csillagászati egyesület csillagászati táblázataihoz. Közli TASS ANTAL:	
I. rész. Első alapfogalmak	55—70
II. rész. A csillagászati táblázatok magyarázata . . .	70—79

Beszédek és tudományos ismertető-cikkek.

	Lapszám
Gróf KLEBELSBERG KUNÓ vallás- és közoktatásügyi miniszternek 1923 november 3-án a „Stella“ csillagászati egyesület előkészítő-bizottsága közgyűléséhez intézett szózata	83—90
RADOS GUSZTÁV műegyetemi tanárnak a „Stella“ csillagászati Egyesület előkészítő-bizottsága közgyűlésén tartott felolvasása	90—92
BÁRÓ ULLMANN ADOLF felszólalása ugyanakkor	93
FLEISSIG SÁNDOR felszólalása ugyanakkor	94—96
* * *	
H. H. KRITZINGER: A csillagkedvelő és a csillagászat. Fordította dr. STEINER LAJOS	96—100
KÖVESLIGETHY RADÓ: Az égitestek távolságának meghatározása	101—123
MAHLER EDE: Az asztronómia művelése az ókori babilóniaiaknál	124—138
OLTAY KÁROLY: A gravitációs hálózatok jelentősége a felsőbbrendű magasságmérések (szintezések) szempontjából	138—155
WODETZKY JÓZSEF: Relativitás-elmélet és csillagászat	155—169
HARKÁNYI BÉLA: Újabb nézetek a csillagok fejlődéséről	169—177
HAJTS LAJOS: Az órák mikénti számozása a huszonnégyórás órákon	177—179
STEINER LAJOS: A csillagok pillogása	180—186
PEKÁR DEZSŐ: Gravitációs kutatások Eötvös torziós ingájával	186—210
OLTAY KÁROLY: A nemzetközi felső geodéziai mérések állása hazánkban	210—213
TASS ANTAL: Csillagképek, csillagrendek, csillagszám A csillagok jelölési módja	214—223
TASS ANTAL: Könyvszemle	223—226
TASS ANTAL: Az 1924. évi csillagász-kongresszus	227—233

III.

Egyesületi ügyek.

	Lapszám
A „Stella“ csillagászati egyesület alakulása. Jelentés Tass A.-tól :	
I. Előkészítő-bizottsági közgyűlés 1923 november 27.	237—240
II. Alakuló közgyűlés 1924 május hó 21. (A „Stella“ vezetőségének névsora 245—246. oldalon)	240—246
III. Végrehajtó-bizottsági ülés 1924 szeptember 4.	246—248
A „Stella“ alapítványi tagjai	249—252
A „Stella“ csillagászati egyesület alapszabályai	253—262

*

Bericht über die Konstituierung des ungarischen Astro- nomischen Vereins „Stella“	263—267
--	---------

I.

CSILLAGÁSZATI TÁBLÁZATOK

1925-RE.

NAP. — 1925 JANUÁR.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja									
			<i>h m s</i>	<i>o ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Cs	1	18 43 51	-23 4	6 40 30	+ 3 21	7 32	11 48	16 4
2	P	2	18 48 16	-22 59	6 44 27	+ 3 49	7 32	11 48	16 5
3	Sz	3	18 52 41	-22 54	6 48 24	+ 4 17	7 32	11 48	16 5
4	V	4	18 57 5	-22 48	6 52 20	+ 4 45	7 32	11 49	16 6
5	H	5	19 1 29	-22 42	6 56 16	+ 5 12	7 32	11 49	16 7
6	K	6	19 5 53	-22 35	7 0 13	+ 5 39	7 32	11 50	16 8
7	Sz	7	19 10 16	-22 28	7 4 10	+ 6 6	7 32	11 50	16 9
8	Cs	8	19 14 38	-22 20	7 8 6	+ 6 32	7 31	11 51	16 10
9	P	9	19 19 0	-22 12	7 12 3	+ 6 57	7 31	11 51	16 12
10	Sz	10	19 23 21	-22 4	7 15 59	+ 7 22	7 30	11 51	16 13
11	V	11	19 27 42	-21 55	7 19 56	+ 7 46	7 30	11 52	16 14
12	H	12	19 32 3	-21 46	7 23 53	+ 8 10	7 29	11 52	16 16
13	K	13	19 36 22	-21 36	7 27 49	+ 8 33	7 29	11 52	16 17
14	Sz	14	19 40 42	-21 26	7 31 46	+ 8 56	7 28	11 53	16 19
15	Cs	15	19 45 0	-21 15	7 35 42	+ 9 18	7 27	11 53	16 20
16	P	16	19 49 18	-21 4	7 39 39	+ 9 39	7 27	11 54	16 20
17	Sz	17	19 53 35	-20 53	7 43 35	+10 0	7 27	11 54	16 22
18	V	18	19 57 51	-20 41	7 47 32	+10 20	7 26	11 54	16 24
19	H	19	20 2 7	-20 29	7 51 28	+10 39	7 25	11 55	16 25
20	K	20	20 6 22	-20 17	7 55 25	+10 57	7 24	11 55	16 27
21	Sz	21	20 10 37	-20 4	7 59 22	+11 15	7 23	11 55	16 28
22	Cs	22	20 14 50	-19 50	8 3 18	+11 32	7 22	11 55	16 30
23	P	23	20 19 3	-19 37	8 7 15	+11 49	7 21	11 56	16 31
24	Sz	24	20 23 15	-19 23	8 11 11	+12 4	7 21	11 56	16 32
25	V	25	20 27 27	-19 8	8 15 8	+12 19	7 20	11 56	16 34
26	H	26	20 31 37	-18 54	8 19 4	+12 33	7 18	11 57	16 35
27	K	27	20 35 47	-18 38	8 23 1	+12 46	7 17	11 57	16 37
28	Sz	28	20 39 56	-18 23	8 26 57	+12 58	7 16	11 57	16 39
29	Cs	29	20 44 4	-18 7	8 30 54	+13 10	7 15	11 57	16 40
30	P	30	20 48 11	-17 51	8 34 51	+13 21	7 13	11 57	16 42
31	Sz	31	20 52 18	-17 35	8 38 47	+13 31	7 13	11 58	16 43

Nap földközélen január 3-án 16 órakor, középeurópai idő.

NAP. — 1925 FEBRUÁR.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-í d ő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- í d ő	Í d ő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapestén középeurópai í d őben						
			h m s	° ′	h m s	m s	h m	h m	h m
1	V	32	20 56 23	-17 18	8 42 44	+13 40	7 11	11 58	16 45
2	H	33	21 0 28	-17 1	8 46 40	+13 48	7 10	11 58	16 46
3	K	34	21 4 32	-16 44	8 50 37	+13 55	7 9	11 58	16 48
4	Sz	35	21 8 35	-16 26	8 54 33	+14 2	7 7	11 58	16 50
5	Cs	36	21 12 37	-16 8	8 58 30	+14 7	7 6	11 58	16 51
6	P	37	21 16 38	-15 50	9 2 26	+14 12	7 4	11 58	16 53
7	Sz	38	21 20 39	-15 32	9 6 23	+14 16	7 3	11 58	16 54
8	V	39	21 24 39	-15 13	9 10 20	+14 19	7 2	11 58	16 55
9	H	40	21 28 38	-14 54	9 14 16	+14 22	7 0	11 58	16 57
10	K	41	21 32 36	-14 35	9 18 13	+14 23	6 58	11 58	16 59
11	Sz	42	21 36 33	-14 15	9 22 9	+14 24	6 57	11 58	17 1
12	Cs	43	21 40 30	-13 56	9 26 6	+14 24	6 55	11 58	17 2
13	P	44	21 44 26	-13 36	9 30 2	+14 24	6 53	11 58	17 4
14	Sz	45	21 48 21	-13 16	9 33 59	+14 22	6 52	11 58	17 5
15	V	46	21 52 15	-12 55	9 37 55	+14 20	6 51	11 58	17 7
16	H	47	21 56 9	-12 35	9 41 52	+14 17	6 49	11 58	17 9
17	K	48	22 0 2	-12 14	9 45 49	+14 14	6 47	11 58	17 10
18	Sz	49	22 3 54	-11 53	9 49 45	+14 9	6 45	11 58	17 12
19	Cs	50	22 7 46	-11 32	9 53 42	+14 4	6 43	11 58	17 14
20	P	51	22 11 37	-11 11	9 57 38	+13 59	6 41	11 58	17 15
21	Sz	52	22 15 27	-10 49	10 1 35	+13 52	6 39	11 58	17 17
22	V	53	22 19 17	-10 27	10 5 31	+13 46	6 38	11 58	17 18
23	H	54	22 23 6	-10 5	10 9 28	+13 38	6 37	11 58	17 19
24	K	55	22 26 54	-9 43	10 13 24	+13 30	6 35	11 57	17 21
25	Sz	56	22 30 42	-9 21	10 17 21	+13 21	6 33	11 57	17 23
26	Cs	57	22 34 29	-8 59	10 21 18	+13 12	6 31	11 57	17 24
27	P	58	22 38 16	-8 37	10 25 14	+13 2	6 30	11 57	17 25
28	Sz	59	22 42 2	-8 14	10 29 11	+12 51	6 28	11 57	17 27

NAP. — 1925 MÁRCIUS.

A hó	A hét	Az év	0 ⁿ világ-idő				A Nap			
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta	
							Budapesten középeurópai időben			
napja										
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	
1	V	60	22 45 47	-7 51	10 33 7	+12 40	6 26	11 57	17 28	
2	H	61	22 49 32	-7 29	10 37 4	+12 28	6 24	11 56	17 30	
3	K	62	22 53 17	-7 6	10 41 0	+12 16	6 22	11 56	17 32	
4	Sz	63	22 57 0	-6 43	10 44 57	+12 4	6 20	11 56	17 32	
5	Cs	64	23 0 44	-6 20	10 48 53	+11 50	6 18	11 56	17 34	
6	P	65	23 4 27	-5 57	10 52 50	+11 37	6 16	11 55	17 36	
7	Sz	66	23 8 9	-5 33	10 56 46	+11 23	6 14	11 55	17 37	
8	V	67	23 11 51	-5 10	11 0 43	+11 8	6 12	11 55	17 39	
9	H	68	23 15 33	-4 47	11 4 40	+10 54	6 10	11 55	17 40	
10	K	69	23 19 14	-4 23	11 8 36	+10 38	6 9	11 54	17 41	
11	Sz	70	23 22 55	-4 0	11 12 33	+10 23	6 7	11 54	17 43	
12	Cs	71	23 26 36	-3 36	11 16 29	+10 7	6 5	11 54	17 44	
13	P	72	23 30 16	-3 13	11 20 26	+ 9 51	6 2	11 54	17 46	
14	Sz	73	23 33 56	-2 49	11 24 22	+ 9 34	6 0	11 53	17 48	
15	V	74	23 37 36	-2 25	11 28 19	+ 9 17	5 58	11 53	17 49	
16	H	75	23 41 16	-2 2	11 32 15	+ 9 0	5 56	11 53	17 51	
17	K	76	23 44 55	-1 38	11 36 12	+ 8 43	5 55	11 52	17 51	
18	Sz	77	23 48 34	-1 14	11 40 9	+ 8 26	5 53	11 52	12 53	
19	Cs	78	23 52 13	-0 51	11 44 5	+ 8 8	5 50	11 52	17 53	
20	P	79	23 55 52	-0 27	11 48 2	+ 7 50	5 48	11 52	17 56	
21	Sz	80	23 59 31	-0 3	11 51 58	+ 7 33	5 46	11 51	17 58	
22	V	81	0 3 9	+0 21	11 55 55	+ 7 15	5 44	11 51	17 59	
23	H	82	0 6 48	+0 44	11 59 51	+ 6 57	5 43	11 51	18 0	
24	K	83	0 10 26	+1 8	12 3 48	+ 6 38	5 40	11 50	18 2	
25	Sz	84	0 14 5	+1 32	12 7 44	+ 6 20	5 38	11 50	18 3	
26	Cs	85	0 17 43	+1 55	12 11 41	+ 6 2	5 36	11 50	18 5	
27	P	86	0 21 21	+2 19	12 15 38	+ 5 44	5 34	11 49	18 6	
28	Sz	87	0 24 59	+2 42	12 19 34	+ 5 25	5 32	11 49	18 8	
29	V	88	0 28 38	+3 6	12 23 31	+ 5 7	5 31	11 49	18 8	
30	H	89	0 32 16	+3 29	12 27 27	+ 4 49	5 28	11 48	18 10	
31	K	90	0 35 54	+3 52	12 31 24	+ 4 31	5 26	11 48	18 11	

Tavaszi kezdete március 21-én 4^h 13^m, középeurópai idő.

NAP. — 1925 ÁPRILIS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	91	0 39 23	+ 4 16	12 35 20	+ 4 12	5 24	11 48	18 13
2	Cs	92	0 43 11	+ 4 39	12 39 17	+ 3 54	5 22	11 48	18 15
3	P	93	0 46 50	+ 5 2	12 43 13	+ 3 36	5 20	11 47	18 16
4	Sz	94	0 50 28	+ 5 25	12 47 10	+ 3 19	5 18	11 47	18 18
5	V	95	0 54 7	+ 5 48	12 51 6	+ 3 1	5 16	11 47	18 19
6	H	96	0 57 46	+ 6 10	12 55 3	+ 2 43	5 14	11 47	18 20
7	K	97	1 1 25	+ 6 33	12 59 0	+ 2 26	5 12	11 46	18 21
8	Sz	98	1 5 5	+ 6 56	13 2 56	+ 2 9	5 10	11 46	18 23
9	Cs	99	1 8 44	+ 7 18	13 6 53	+ 1 52	5 8	11 46	18 25
10	P	100	1 12 24	+ 7 40	13 10 49	+ 1 35	5 6	11 46	18 26
11	Sz	101	1 16 4	+ 8 3	13 14 46	+ 1 18	5 5	11 45	18 27
12	V	102	1 19 44	+ 8 25	13 18 42	+ 1 2	5 3	11 45	18 28
13	H	103	1 23 25	+ 8 47	13 22 39	+ 0 46	5 0	11 45	18 30
14	K	104	1 27 6	+ 9 8	13 26 35	+ 0 31	4 58	11 45	18 31
15	Sz	105	1 30 47	+ 9 30	13 30 32	+ 0 15	4 56	11 44	18 33
16	Cs	106	1 34 29	+ 9 52	13 34 29	+ 0 1	4 54	11 44	18 34
17	P	107	1 38 11	+ 10 13	13 38 25	- 0 14	4 53	11 44	18 35
18	Sz	108	1 41 54	+ 10 34	13 42 22	- 0 28	4 51	11 44	18 37
19	V	109	1 45 36	+ 10 55	13 46 18	- 0 42	4 49	11 43	18 38
20	H	110	1 49 20	+ 11 16	13 50 15	- 0 55	4 47	11 43	18 40
21	K	111	1 53 3	+ 11 36	13 54 11	- 1 8	4 45	11 43	18 41
22	Sz	112	1 56 48	+ 11 57	13 58 8	- 1 20	4 43	11 43	18 43
23	Cs	113	2 0 32	+ 12 17	14 2 4	- 1 32	4 42	11 42	18 44
24	P	114	2 4 17	+ 12 37	14 6 1	- 1 44	4 40	11 42	18 45
25	Sz	115	2 8 3	+ 12 57	14 9 58	- 1 55	4 38	11 42	18 46
26	V	116	2 11 49	+ 13 16	14 13 54	- 2 5	4 37	11 42	18 48
27	H	117	2 15 35	+ 13 36	14 17 51	- 2 16	4 35	11 42	18 50
28	K	118	2 10 22	+ 13 55	14 21 47	- 2 25	4 33	11 41	18 51
29	Sz	119	2 23 9	+ 14 14	14 25 44	- 2 34	4 32	11 41	19 52
30	Cs	120	2 26 57	+ 14 33	14 29 40	- 2 43	4 30	11 41	18 53

NAP. — 1925 MÁJUS.

A hó	A hét	Az év	0 ⁿ vilá g-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
							Budapesten középeurópai időben		
napja									
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	121	2 30 46	+14 51	14 33 37	-2 51	4 28	11 41	18 55
2	Sz	122	2 34 35	+15 9	14 37 33	-2 59	4 27	11 41	18 56
3	V	123	2 38 24	+15 27	14 41 30	-3 6	4 25	11 41	18 58
4	H	124	2 42 14	+15 45	14 45 27	-3 12	4 23	11 41	18 59
5	K	125	2 46 5	+16 2	14 49 23	-3 19	4 21	11 41	19 1
6	Sz	126	2 49 56	+16 20	14 53 20	-3 24	4 20	11 41	19 2
7	Cs	127	2 53 47	+16 36	14 57 16	-3 29	4 19	11 41	19 3
8	P	128	2 57 39	+16 53	15 1 13	-3 33	4 17	11 40	19 4
9	Sz	129	3 1 32	+17 9	15 5 9	-3 37	4 16	11 40	19 6
10	V	130	3 5 25	+17 26	15 9 6	-3 40	4 14	11 40	19 7
11	H	131	3 9 19	+17 41	15 13 2	-3 43	4 13	11 40	19 9
12	K	132	3 13 14	+17 57	15 16 59	-3 45	4 12	11 40	19 10
13	Sz	133	3 17 9	+18 12	15 20 56	-3 47	4 11	11 40	19 11
14	Cs	134	3 21 4	+18 27	15 24 52	-3 48	4 9	11 40	19 12
15	P	135	3 25 1	+18 41	15 28 49	-3 48	4 8	11 40	19 14
16	Sz	136	3 28 58	+18 56	15 32 45	-3 48	4 6	11 40	19 15
17	V	137	3 32 55	+19 10	15 36 42	-3 47	4 5	11 40	19 16
18	H	138	3 36 53	+19 23	15 40 38	-3 45	4 4	11 40	19 18
19	K	139	3 40 52	+19 36	15 44 35	-3 43	4 2	11 40	19 19
20	Sz	140	3 44 51	+19 49	15 48 31	-3 41	4 1	11 40	19 20
21	Cs	141	3 48 51	+20 2	15 52 28	-3 37	4 1	11 40	19 21
22	P	142	3 52 51	+20 14	15 56 25	-3 34	4 0	11 40	19 22
23	Sz	143	3 56 52	+20 26	16 0 21	-3 30	3 59	11 40	19 23
24	V	144	4 0 53	+20 38	16 4 18	-3 25	3 57	11 41	19 25
25	H	145	4 4 55	+20 49	16 8 14	-3 19	3 56	11 41	19 26
26	K	146	4 8 57	+21 0	16 12 11	-3 14	3 55	11 41	19 27
27	Sz	147	4 13 0	+21 10	16 16 7	-3 7	3 54	11 41	19 28
28	Cs	148	4 17 3	+21 20	16 20 4	-3 1	3 53	11 41	19 29
29	P	149	4 21 7	+21 30	16 24 0	-2 54	3 53	11 41	19 30
30	Sz	150	4 25 11	+21 40	16 27 57	-2 46	3 53	11 41	19 31
31	V	151	5 29 16	+21 49	16 31 54	-2 38	3 52	11 41	19 32

NAP. — 1925 JÚNIUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapest középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	H	152	4 33 21	+21 57	16 35 50	-2 29	3 51	11 42	19 33
2	K	153	4 37 26	+22 5	16 39 47	-2 21	3 50	11 42	19 34
3	Sz	154	4 41 32	+22 13	16 43 43	-2 11	3 50	11 42	19 35
4	Cs	155	4 45 38	+22 21	16 47 40	-2 2	3 49	11 42	19 36
5	P	156	4 49 44	+22 28	16 51 36	-1 52	3 48	11 42	19 37
6	Sz	157	4 53 51	+22 35	16 55 33	-1 42	3 48	11 42	19 38
7	V	158	4 57 58	+22 41	16 59 29	-1 31	3 47	11 42	19 38
8	H	159	5 2 6	+22 47	17 3 26	-1 20	3 47	11 43	19 39
9	K	160	5 6 14	+22 52	17 7 23	-1 9	3 47	11 43	19 39
10	Sz	161	5 10 22	+22 57	17 11 19	-0 57	3 47	11 43	19 40
11	Cs	162	5 14 30	+23 2	17 15 16	-0 46	3 47	11 44	19 40
12	P	163	5 18 38	+23 6	17 19 12	-0 34	3 46	11 44	19 41
13	Sz	164	5 22 47	+23 10	17 23 9	-0 22	3 46	11 44	19 42
14	V	165	5 26 56	+23 14	17 27 5	-0 9	3 46	11 44	19 42
15	H	166	5 31 5	+23 17	17 31 2	+0 3	3 46	11 44	19 43
16	K	167	5 35 15	+23 20	17 34 58	+0 16	3 46	11 44	19 43
17	Sz	168	5 39 24	+23 22	17 38 55	+0 29	3 46	11 44	19 44
18	Cs	169	5 43 34	+23 24	17 42 52	+0 42	3 46	11 44	19 44
19	P	170	5 47 43	+23 25	17 46 48	+0 55	3 46	12 45	19 44
20	Sz	171	5 51 53	+23 26	17 50 45	+1 8	3 46	11 45	19 45
21	V	172	5 56 2	+23 27	17 54 41	+1 21	3 46	11 45	19 45
22	H	173	6 0 12	+23 27	17 58 38	+1 34	3 46	11 45	19 45
23	K	174	6 4 22	+23 27	18 2 34	+1 47	3 47	11 45	19 45
24	Sz	175	6 8 31	+23 26	18 6 31	+2 0	3 47	11 46	19 45
25	Cs	176	6 12 41	+23 25	18 10 27	+2 13	3 47	11 46	19 45
26	P	177	6 16 50	+23 23	18 14 24	+2 26	3 48	11 46	19 45
27	Sz	178	6 20 59	+23 22	18 18 21	+2 39	3 48	11 46	19 45
28	V	179	6 25 8	+23 19	18 22 17	+2 51	3 48	11 47	19 45
29	H	180	6 29 17	+23 17	18 26 14	+3 4	3 49	11 47	19 45
30	K	181	6 33 26	+23 14	18 30 10	+3 16	3 50	11 47	19 45

Nyár kezdete június 21-én 23^h 50^m, középeurópai idő.

NAP. — 1925 JÚLIUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h vilá g-id ő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- id ő	Id ő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja							Budapesten középeurópai időben		
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	182	6 37 34	+23 10	18 34 7	+3 28	3 50	11 47	19 45
2	Cs	183	6 41 43	+23 6	18 38 3	+3 39	3 51	11 47	19 44
3	P	184	6 45 50	+23 2	18 42 0	+3 51	3 51	11 48	19 44
4	Sz	185	6 49 58	+22 57	18 45 57	+4 2	3 52	11 48	19 44
5	V	186	6 54 5	+22 52	18 49 53	+4 12	3 53	11 48	19 43
6	H	187	6 58 12	+22 46	18 53 50	+4 23	3 54	11 48	19 43
7	K	188	7 2 19	+22 40	18 57 46	+4 33	3 54	11 48	19 43
8	Sz	189	7 6 25	+22 34	19 1 43	+4 43	3 54	11 48	19 43
9	Cs	190	7 10 31	+22 27	19 5 39	+4 52	3 55	11 49	19 42
10	P	191	7 14 37	+22 20	19 9 36	+5 1	3 56	11 49	19 41
11	Sz	192	7 18 42	+22 13	19 13 32	+5 9	3 57	11 49	19 41
12	V	193	7 22 46	+22 5	19 17 29	+5 18	3 58	11 49	19 40
13	H	194	7 26 51	+21 57	19 21 25	+5 25	3 59	11 49	19 39
14	K	195	7 30 55	+21 48	19 25 22	+5 33	4 0	11 49	19 38
15	Sz	196	7 34 58	+21 39	19 29 19	+5 39	4 1	11 49	19 37
16	Cs	197	7 39 1	+21 30	19 33 15	+5 46	4 2	11 49	19 36
17	P	198	7 43 3	+21 20	19 37 12	+5 52	4 3	11 50	19 36
18	Sz	199	7 47 5	+21 10	19 41 8	+5 57	4 4	11 50	19 35
19	V	200	7 51 7	+21 0	19 45 5	+6 2	4 5	11 50	19 34
20	H	201	7 55 8	+20 49	19 49 1	+6 6	4 6	11 50	19 33
21	K	202	7 59 8	+20 38	19 52 58	+6 10	4 7	11 50	19 32
22	Sz	203	8 3 8	+20 26	19 56 54	+6 13	4 9	11 50	19 31
23	Cs	204	8 7 7	+20 14	20 0 51	+6 16	4 10	11 50	19 30
24	P	205	8 11 5	+20 2	20 4 48	+6 18	4 11	11 50	19 29
25	Sz	206	8 15 3	+19 50	20 8 44	+6 19	4 12	11 50	19 28
26	V	207	8 19 1	+19 37	20 12 41	+6 20	4 13	11 50	19 27
27	H	208	8 22 58	+19 24	20 16 37	+6 20	4 14	11 50	19 26
28	K	209	8 26 54	+19 10	20 20 34	+6 20	4 15	11 50	19 24
29	Sz	210	8 30 50	+18 56	20 24 30	+6 20	4 17	11 50	19 23
30	Cs	211	8 34 45	+18 42	20 28 26	+6 18	4 18	11 50	19 21
31	P	212	8 38 39	+18 28	20 32 23	+6 15	4 19	11 50	19 20

Nap földtávolban július 3-án 5 órakor, középeurópai idő.

NAP. — 1925 AUGUSZTUS.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	213	8 42 33	+ 18 13	20 36 20	+ 6 13	4 20	11 50	19 19
2	V	214	8 46 26	+ 17 58	20 40 17	+ 6 9	4 21	11 50	19 18
3	H	215	8 50 18	+ 17 43	20 44 13	+ 6 5	4 23	11 50	19 16
4	K	216	8 54 10	+ 17 27	20 48 10	+ 6 0	4 24	11 50	19 15
5	Sz	217	8 58 1	+ 17 11	20 52 6	+ 5 55	4 25	11 50	19 13
6	Cs	218	9 1 52	+ 16 55	20 56 3	+ 5 49	4 27	11 49	19 11
7	P	219	9 5 42	+ 16 39	20 59 59	+ 5 43	4 29	11 49	19 10
8	Sz	220	9 9 32	+ 16 22	21 3 56	+ 5 36	4 30	11 49	19 9
9	V	221	9 13 20	+ 16 5	21 7 52	+ 5 28	4 31	11 49	19 7
10	H	222	9 17 9	+ 15 48	21 11 49	+ 5 20	4 32	11 49	19 6
11	K	223	9 20 57	+ 15 30	21 15 46	+ 5 11	4 33	11 49	19 4
12	Sz	224	9 24 44	+ 15 13	21 19 42	+ 5 2	4 35	11 49	19 2
13	Cs	225	9 28 31	+ 14 55	21 23 39	+ 4 52	4 36	11 49	19 0
14	P	226	9 32 17	+ 14 36	21 27 35	+ 4 41	4 38	11 48	18 59
15	Sz	227	9 36 2	+ 14 18	21 31 32	+ 4 31	4 39	11 48	18 58
16	V	228	9 39 47	+ 13 59	21 35 28	+ 4 19	4 40	11 48	18 56
17	H	229	9 43 32	+ 13 40	21 39 25	+ 4 7	4 41	11 48	18 54
18	K	230	9 47 16	+ 13 21	21 43 21	+ 3 55	4 43	11 48	18 52
19	Sz	231	9 51 0	+ 13 2	21 47 18	+ 3 42	4 44	11 47	18 50
20	Cs	232	9 54 43	+ 12 42	21 51 15	+ 3 28	4 46	11 47	18 48
21	P	233	9 58 25	+ 12 23	21 55 11	+ 3 14	4 47	11 47	18 47
22	Sz	234	10 2 8	+ 12 3	21 59 8	+ 3 0	4 48	11 47	18 45
23	V	235	10 5 49	+ 11 43	22 3 4	+ 2 45	4 49	11 46	18 43
24	H	236	10 9 30	+ 11 22	22 7 1	+ 2 30	4 51	11 46	18 41
25	K	237	10 13 11	+ 11 2	22 10 57	+ 2 14	4 52	11 46	18 39
26	Sz	238	10 16 51	+ 10 41	22 14 54	+ 1 58	4 54	11 46	18 37
27	Cs	239	10 20 31	+ 10 20	22 18 50	+ 1 41	4 55	11 45	18 35
28	P	240	10 24 11	+ 9 59	22 22 47	+ 1 24	4 56	11 45	18 34
29	Sz	241	10 27 50	+ 9 38	22 26 44	+ 1 6	4 57	11 45	18 32
30	V	242	10 31 29	+ 9 17	22 30 40	+ 0 48	4 59	11 44	18 29
31	H	243	10 35 7	+ 8 55	22 34 37	+ 0 30	5 0	11 44	18 27

NAP. — 1925 SZEPTEMBER.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapest középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	244	10 38 45	+ 8 34	22 38 33	+ 0 12	5 2	11 44	18 25
2	Sz	245	10 42 23	+ 8 12	22 42 30	- 0 7	5 3	11 44	18 23
3	Cs	246	10 46 0	+ 7 50	22 46 26	- 0 26	5 4	11 44	18 22
4	P	247	10 49 37	+ 7 28	22 50 23	- 0 46	5 5	11 44	18 20
5	Sz	248	10 53 14	+ 7 6	22 54 19	- 1 5	5 7	11 43	18 18
6	V	249	10 56 51	+ 6 44	22 58 16	- 1 25	5 8	11 43	18 16
7	H	250	11 0 27	+ 6 21	23 2 13	- 1 45	5 10	11 43	18 13
8	K	251	11 4 3	+ 5 59	23 6 9	- 2 6	5 11	11 42	18 11
9	Sz	252	11 7 39	+ 5 37	23 10 6	- 2 26	5 12	11 42	18 10
10	Cs	253	11 11 15	+ 5 14	23 14 2	- 2 47	5 13	11 42	18 8
11	P	254	11 14 51	+ 4 51	23 17 59	- 3 8	5 15	11 41	18 6
12	Sz	255	11 18 27	+ 4 28	23 21 55	- 3 29	5 16	11 41	18 4
13	V	256	11 22 2	+ 4 5	23 25 52	- 3 50	5 18	11 40	18 1
14	H	257	11 25 38	+ 3 42	23 29 48	- 4 11	5 19	11 40	17 59
15	K	258	11 29 13	+ 3 19	23 33 45	- 4 32	5 20	11 40	17 57
16	Sz	259	11 32 49	+ 2 56	23 37 42	- 4 53	5 21	11 39	17 56
17	Cs	260	11 36 24	+ 2 33	23 41 38	- 5 14	5 23	11 39	17 54
18	P	261	11 39 59	+ 2 10	23 45 35	- 5 25	5 24	11 39	17 51
19	Sz	262	11 43 35	+ 1 47	23 49 31	- 5 56	5 26	11 38	17 49
20	V	263	11 47 10	+ 1 23	23 53 28	- 6 18	5 27	11 38	17 47
21	H	264	11 50 46	+ 1 0	23 57 24	- 6 39	5 28	11 38	17 45
22	K	265	11 54 21	+ 0 37	0 1 21	- 7 0	5 29	11 37	17 43
23	Sz	266	11 57 57	+ 0 13	0 5 17	- 7 21	5 31	11 37	17 41
24	Cs	267	12 1 32	- 0 10	0 9 14	- 7 42	5 32	11 37	17 39
25	P	268	12 5 8	- 0 33	0 13 10	- 8 2	5 34	11 36	17 37
26	Sz	269	12 8 44	- 0 57	0 17 7	- 8 23	5 35	11 36	17 35
27	V	270	12 12 20	- 1 20	0 21 4	- 8 44	5 37	11 36	17 32
28	H	271	12 15 56	- 1 44	0 25 0	- 9 4	5 38	11 35	17 31
29	K	272	12 19 33	- 2 7	0 28 57	- 9 24	5 39	11 35	17 29
30	Sz	273	12 23 9	- 2 30	0 32 53	- 9 44	5 40	11 35	17 27

Ősz kezdete szeptember 23-án 14^h 44^m, középeurópai idő.

NAP. — 1925 OKTÓBER.

A hó	A hét	Az év	0 ⁿ világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja							Budapest középeurópai időben		
			<i>h m s</i>	<i>o ' "</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Cs	274	12 26 46	— 2 54	0 36 50	—10 4	5 42	11 34	17 25
2	P	275	12 30 23	— 3 17	0 40 46	—10 23	5 43	11 34	17 23
3	Sz	276	12 34 1	— 3 40	0 44 43	—10 42	5 45	11 34	17 20
4	V	277	12 37 39	— 4 3	0 48 39	—11 1	5 46	11 33	17 18
5	H	278	12 41 17	— 4 27	0 52 36	—11 19	5 47	11 33	17 17
6	K	279	12 44 55	— 4 50	0 56 33	—11 37	5 49	11 33	17 15
7	Sz	280	12 48 34	— 5 13	1 0 29	—11 55	5 50	11 32	17 13
8	Cs	281	12 52 13	— 5 36	1 4 26	—12 12	5 52	11 32	17 11
9	P	282	12 55 53	— 5 59	1 8 22	—12 29	5 53	11 32	17 9
10	Sz	283	12 59 33	— 6 22	1 12 19	—12 46	5 55	11 32	17 6
11	V	284	13 3 14	— 6 44	1 16 15	—13 1	5 56	11 31	17 4
12	H	285	13 6 55	— 7 7	1 20 12	—13 17	5 57	11 31	17 3
13	K	286	13 10 37	— 7 30	1 24 8	—13 32	5 59	11 31	17 1
14	Sz	287	13 14 19	— 7 52	1 28 5	—13 46	6 0	11 31	16 59
15	Cs	288	13 18 1	— 8 14	1 32 2	—14 0	6 2	11 30	16 57
16	P	289	13 21 45	— 8 37	1 35 58	—14 13	6 3	11 30	16 55
17	Sz	290	13 25 28	— 8 59	1 39 55	—14 26	6 5	11 30	16 53
18	V	291	13 29 13	— 9 21	1 43 51	—14 38	6 6	11 30	16 52
19	H	292	13 32 58	— 9 43	1 47 48	—14 50	6 7	11 29	16 50
20	K	293	13 36 43	—10 4	1 51 44	—15 1	6 9	11 29	16 48
21	Sz	294	13 40 30	—10 26	1 55 41	—15 11	6 10	11 29	16 46
22	Cs	295	13 44 17	—10 47	1 59 37	—15 21	6 12	11 29	16 44
23	P	296	13 48 4	—11 9	2 3 34	—15 30	6 14	11 29	16 42
24	Sz	297	13 51 52	—11 30	2 7 31	—15 38	6 15	11 29	16 41
25	V	298	13 55 41	—11 51	2 11 27	—15 46	6 16	11 29	16 40
26	H	299	13 59 31	—12 12	2 15 24	—15 53	6 18	11 28	16 38
27	K	300	14 3 21	—12 32	2 19 20	—15 59	6 19	11 28	16 36
28	Sz	301	14 7 12	—12 52	2 23 17	—16 5	6 21	11 28	16 34
29	Cs	302	14 11 3	—13 13	2 27 13	—16 10	6 23	11 28	16 32
30	P	303	14 14 56	—13 33	2 31 10	—16 14	6 24	11 28	16 31
31	Sz	304	14 18 49	—13 52	2 35 6	—16 17	6 25	11 28	16 30

NAP. — 1925 NOVEMBER.

A hó	A hét	Az év	0 ^h vilá g-i d ő				A N a p		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- id ő	Id ő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapesten középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	V	305	14 22 43	-14 12	2 39 3	-16 20	6 27	11 28	16 28
2	H	306	14 26 38	-14 31	2 42 59	-16 22	6 28	11 28	16 26
3	K	307	14 30 33	-14 50	2 46 56	-16 23	6 30	11 28	16 25
4	Sz	308	14 34 30	-15 9	2 50 53	-16 23	6 32	11 28	16 23
5	Cs	309	14 38 27	-15 28	2 54 49	-16 22	6 33	11 28	16 21
6	P	310	14 42 25	-15 46	2 58 46	-16 21	6 34	11 28	16 20
7	Sz	311	14 46 24	-16 4	3 2 42	-16 18	6 36	11 28	16 19
8	V	312	14 50 24	-16 22	3 6 39	-16 15	6 37	11 28	16 18
9	H	313	14 54 24	-16 39	3 10 35	-16 11	6 39	11 28	16 17
10	K	314	14 58 26	-16 56	3 14 32	-16 6	6 41	11 28	16 16
11	Sz	315	15 2 28	-17 13	3 18 28	-16 0	6 42	11 28	16 14
12	Cs	316	15 6 31	-17 30	3 22 25	-15 54	6 44	11 28	16 13
13	P	317	15 10 35	-17 46	3 26 22	-15 46	6 45	11 29	16 11
14	Sz	318	15 14 40	-18 2	3 30 18	-15 38	6 46	11 29	16 10
15	V	319	15 18 46	-18 18	3 34 15	-15 29	6 48	11 29	16 9
16	H	320	15 22 53	-18 34	3 38 11	-15 18	6 50	11 29	16 7
17	K	321	15 27 0	-18 39	3 42 8	-15 8	6 51	11 29	16 6
18	Sz	322	15 31 9	-19 3	3 46 4	-14 56	6 53	11 29	16 5
19	Cs	323	15 35 18	-19 18	3 50 1	-14 43	6 54	11 30	16 4
20	P	324	15 39 28	-19 32	3 53 57	-14 30	6 55	11 30	16 4
21	Sz	325	15 43 38	-19 45	3 51 54	-14 46	6 56	11 30	16 3
22	V	326	15 47 50	-19 59	4 1 51	-14 1	6 58	11 30	16 2
23	H	327	15 52 2	-20 12	4 5 47	-13 45	7 0	11 31	16 1
24	K	328	15 56 16	-20 24	4 9 44	-13 28	7 1	11 31	16 0
25	Sz	329	16 0 29	-20 37	4 13 40	-13 11	7 3	11 31	15 59
26	Cs	330	16 4 44	-20 48	4 17 37	-12 53	7 4	11 31	15 58
27	P	331	16 8 59	-21 0	4 21 33	-12 34	7 5	11 32	15 58
28	Sz	332	16 13 15	-21 11	4 25 30	-12 15	7 6	11 32	15 58
29	V	333	16 17 32	-21 22	4 29 37	-11 54	7 7	11 32	15 57
30	H	334	16 21 50	-21 32	4 33 23	-11 33	7 9	11 33	15 56

NAP. — 1925 DECEMBER.

A hó	A hét	Az év	0 ^h világ-idő				A Nap		
			Rekt.	Dekl.	Csillag- idő	Idő- egyen- let	kelte	delelése	nyugta
napja			Budapest középeurópai időben						
			<i>h m s</i>	<i>° ′</i>	<i>h m s</i>	<i>m s</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	335	16 26 8	-21 42	4 37 20	-11 12	7 10	11 33	15 56
2	Sz	336	16 30 27	-21 51	4 41 16	-10 50	7 11	11 33	15 55
3	Cs	337	16 34 46	-22 0	4 45 13	-10 27	7 13	11 34	15 55
4	P	338	16 39 6	-22 9	4 49 9	-10 3	7 14	11 34	15 54
5	Sz	339	16 43 27	-22 17	4 53 6	-9 39	7 15	11 35	15 54
6	V	340	16 47 48	-22 25	4 57 2	-9 14	7 16	11 35	15 53
7	H	341	16 52 10	-22 32	5 0 59	-8 49	7 18	11 36	15 53
8	K	342	16 56 32	-22 38	5 4 56	-8 23	7 19	11 36	15 53
9	Sz	343	17 0 55	-22 45	5 8 52	-7 57	7 19	11 36	15 53
10	Cs	344	17 5 18	-22 51	5 12 49	-7 30	7 20	11 36	15 53
11	P	345	17 9 42	-22 57	5 16 45	-7 3	7 21	11 37	15 53
12	Sz	346	17 14 6	-23 2	5 20 42	-6 35	7 22	11 38	15 53
13	V	347	17 18 31	-23 6	5 24 38	-6 7	7 23	11 38	15 53
14	H	348	17 22 56	-23 10	5 28 35	-5 39	7 24	11 39	15 53
15	K	349	17 27 21	-23 14	5 32 31	-5 10	7 25	11 39	15 53
16	Sz	350	17 31 47	-23 17	5 36 28	-4 41	7 25	11 40	15 54
17	Cs	351	17 36 13	-23 20	5 40 25	-4 12	7 26	11 40	15 54
18	P	352	17 40 39	-23 22	5 44 21	-3 42	7 27	11 41	15 54
19	Sz	353	17 45 5	-23 24	5 48 18	-3 13	7 28	11 41	15 55
20	V	354	17 49 31	-23 26	5 52 14	-2 43	7 28	11 42	15 55
21	H	355	17 53 58	-23 26	5 56 11	-2 13	7 29	11 42	15 55
22	K	356	17 58 24	-23 27	6 0 7	-1 43	7 29	11 43	15 56
23	Sz	357	18 2 51	-23 27	6 4 4	-1 13	7 30	11 43	15 56
24	Cs	358	18 7 17	-23 26	6 8 0	-0 43	7 30	11 44	15 57
25	P	359	18 11 44	-23 25	6 11 57	-0 13	7 31	11 44	15 58
26	Sz	360	18 16 10	-23 24	6 15 54	+0 17	7 31	11 44	15 58
27	V	361	18 20 36	-23 22	6 19 50	+0 46	7 31	11 45	15 59
28	H	362	18 25 2	-23 19	6 23 47	+1 16	7 31	11 45	16 0
29	K	363	18 29 28	-23 16	6 27 43	+1 45	7 32	11 46	16 1
30	Sz	364	18 33 54	-23 13	6 31 40	+2 14	7 32	11 46	16 2
31	Cs	365	18 38 20	-23 9	6 35 36	+2 43	7 32	11 46	16 2

Tél kezdete december 22-én 9^h 37^m, középeurópai idő.

HOLD. — 1925 JANUÁR.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja						Budapesten középeurópai időben		
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Cs	0 0	− 3 59	57 17	15 38	11 33	17 35	23 44
2	P	0 49	+ 0 28	56 25	15 28	11 56	18 20	—
3	Sz	1 36	+ 4 46	55 40	15 11	12 23	19 5	0 52
4	V	2 23	+ 8 47	55 3	15 1	12 50	19 50	1 55
5	H	3 10	+ 12 21	54 35	14 54	13 17	20 34	2 56
6	K	3 58	+ 15 23	54 15	14 49	13 49	21 20	3 58
7	Sz	4 46	+ 17 45	54 3	14 45	14 26	22 6	4 57
8	Cs	5 36	+ 19 21	53 58	14 44	15 7	22 54	5 52
9	P	6 27	+ 20 6	53 59	14 44	15 54	23 42	6 43
10	Sz	7 17	+ 19 58	54 5	14 46	16 46	—	7 29
11	V	8 7	+ 18 57	54 16	14 49	17 43	0 30	8 8
12	H	8 57	+ 17 4	54 32	14 53	18 43	1 18	8 48
13	K	9 46	+ 14 26	54 52	14 58	19 45	2 5	9 17
14	Sz	10 35	+ 11 7	55 17	15 5	20 48	2 51	9 46
15	Cs	11 23	+ 7 17	55 48	15 14	21 54	3 36	10 13
16	P	12 11	+ 3 3	56 24	15 24	23 1	4 22	10 39
17	Sz	13 0	− 1 24	57 6	15 35	—	5 8	11 4
18	V	13 50	− 5 54	57 52	15 48	0 9	5 56	11 30
19	H	14 42	− 10 13	58 41	16 1	1 22	6 47	12 3
20	K	15 38	− 14 7	59 29	16 14	2 35	7 41	12 40
21	Sz	16 36	− 17 16	60 12	16 26	3 49	8 39	13 24
22	Cs	17 38	− 19 22	60 45	16 35	5 1	9 40	14 16
23	P	18 42	− 20 8	61 4	16 40	6 7	10 43	15 20
24	Sz	19 46	− 19 29	61 5	16 40	7 3	11 46	16 31
25	V	20 49	− 17 26	60 48	16 35	7 51	12 46	17 47
26	H	21 49	− 14 15	60 13	16 26	8 30	13 43	19 3
27	K	22 46	− 10 16	59 25	16 13	9 3	14 36	20 17
28	Sz	23 40	− 5 49	58 30	15 58	9 33	15 26	21 29
29	Cs	0 31	− 1 13	57 33	15 42	10 0	16 14	22 37
30	P	1 21	+ 3 17	56 38	15 27	10 25	16 59	23 43
31	Sz	2 9	+ 7 30	55 49	15 14	10 53	17 45	—

HOLD. — 1925 FEBRUÁR.

A hó	A hét	0 ^a világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	V	2 57	+ 11 18	55 9	15 3	11 19	18 30	0 47
2	H	3 45	+ 14 32	54 38	14 55	12 56	19 16	1 56
3	K	4 33	+ 17 6	54 17	14 49	12 24	20 0	2 55
4	Sz	5 22	+ 18 56	54 6	14 46	13 4	20 50	3 48
5	Cs	6 12	+ 19 57	54 3	14 45	13 49	21 38	4 38
6	P	7 3	+ 20 5	54 9	14 47	14 39	22 26	5 26
7	Sz	7 53	+ 19 18	54 20	14 50	15 34	23 14	6 6
8	V	8 44	+ 17 39	54 37	14 55	16 34	—	6 46
9	H	9 33	+ 15 12	54 58	15 0	17 37	0 1	7 20
10	K	10 23	+ 12 1	55 22	15 7	18 40	0 48	7 50
11	Sz	11 11	+ 8 15	55 49	15 14	19 46	1 34	8 17
12	Cs	12 0	+ 4 4	56 17	15 22	20 53	2 20	8 43
13	P	12 49	— 0 22	56 48	15 30	22 1	3 7	9 9
14	Sz	13 38	— 4 51	57 20	15 39	23 10	3 54	9 36
15	V	14 29	— 9 11	57 54	15 48	—	4 43	10 5
16	H	15 22	— 13 7	58 28	15 57	0 22	5 34	10 38
17	K	16 18	— 16 25	59 2	16 7	1 34	6 29	11 18
18	Sz	17 17	— 18 48	59 33	16 15	2 44	7 26	12 5
19	Cs	18 18	— 20 1	59 59	16 22	3 50	8 26	13 2
20	P	19 20	— 19 55	60 15	16 26	4 49	9 27	14 7
21	Sz	20 22	— 18 28	60 19	16 28	5 40	10 27	15 20
22	V	21 23	— 15 48	60 9	16 25	6 22	11 25	16 35
23	H	22 21	— 12 8	59 45	16 18	6 58	12 20	17 51
24	K	23 17	— 7 49	59 8	16 8	7 29	13 13	19 5
25	Sz	0 10	— 3 10	58 23	15 56	7 59	14 2	20 16
26	Cs	1 1	+ 1 31	57 33	15 42	8 26	14 50	21 25
27	P	1 51	+ 5 59	56 42	15 29	8 53	15 37	22 31
28	Sz	2 40	+ 10 3	55 56	15 16	9 21	16 23	23 36

HOLD. — 1925 MÁRCIUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	V	3 28	+13 34	55 16	15 5	9 56	17 10	—
2	H	4 17	+16 25	54 45	14 56	10 23	17 56	0 38
3	K	5 7	+18 31	54 23	14 51	11 1	18 44	1 36
4	Sz	5 57	+19 47	54 13	14 48	11 43	19 31	2 31
5	Cs	6 47	+20 11	54 12	14 48	12 30	20 19	3 20
6	P	7 37	+19 41	54 21	14 50	13 25	21 8	4 5
7	Sz	8 28	+18 18	54 38	14 55	14 23	21 55	4 45
8	V	9 18	+16 4	55 1	15 1	15 24	22 43	5 19
9	H	10 8	+13 4	55 29	15 9	16 29	23 30	5 50
10	K	10 57	+ 9 24	56 0	15 17	17 40	—	6 20
11	Sz	11 46	+ 5 15	56 32	15 26	18 43	0 16	6 46
12	Cs	12 36	+ 0 46	57 3	15 34	19 50	1 3	7 12
13	P	13 26	- 3 49	57 33	15 42	21 3	1 51	7 39
14	Sz	14 17	- 8 17	57 59	15 49	22 26	2 40	8 7
15	V	15 10	-12 24	58 23	15 56	23 25	3 31	8 40
16	H	16 5	-15 52	58 43	16 2	—	4 25	9 18
17	K	17 3	-18 28	59 1	16 6	0 36	5 21	10 1
18	Sz	18 2	-19 58	59 14	16 10	1 42	6 19	10 54
19	Cs	19 3	-20 13	59 24	16 13	2 41	7 17	11 54
20	P	20 3	-19 10	59 27	16 13	3 34	8 16	13 2
21	Sz	21 2	-16 54	59 24	16 13	4 18	9 13	14 15
22	V	22 0	-13 37	59 12	16 9	4 54	10 8	15 29
23	H	22 55	- 9 34	58 52	16 4	5 27	11 0	16 42
24	K	23 49	- 5 2	58 24	15 56	5 57	11 50	17 54
25	Sz	0 40	- 0 19	57 48	15 47	6 24	12 39	19 5
26	Cs	1 31	+ 4 19	57 9	15 36	6 51	13 27	20 13
27	P	2 20	+ 8 38	56 27	15 25	7 19	14 14	21 19
28	Sz	3 10	+12 27	55 48	15 14	7 47	15 1	22 24
29	V	3 59	+15 38	55 13	15 4	8 19	15 48	23 25
30	H	4 49	+18 3	54 45	14 57	8 56	16 36	—
31	K	5 40	+19 38	54 25	14 51	9 36	17 24	0 25

HOLD. — 1925 ÁPRILIS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		h m	° ′	′ ″	′ ″	h m	h m	h m
1	Sz	6 30	+ 20 21	54 16	14 49	10 22	18 12	1 13
2	Cs	7 21	+ 20 8	54 17	14 49	11 13	19 0	2 1
3	P	8 11	+ 19 2	54 28	14 52	12 9	19 48	2 40
4	Sz	9 1	+ 17 5	54 49	14 58	13 9	20 35	3 19
5	V	9 50	+ 14 19	55 18	15 6	14 12	21 22	3 51
6	H	10 40	+ 10 51	55 54	15 15	15 18	22 8	4 21
7	K	11 29	+ 6 48	56 34	15 26	16 26	22 55	4 47
8	Sz	12 18	+ 2 21	57 14	15 37	17 36	23 43	5 13
9	Cs	13 9	- 2 21	57 53	15 48	18 48	—	5 40
10	P	14 1	- 7 1	58 27	15 57	20 1	0 33	6 8
11	Sz	14 54	- 11 24	58 53	16 4	21 15	1 25	6 39
12	V	15 50	- 15 12	59 12	16 9	22 27	2 19	7 14
13	H	16 49	- 18 8	59 23	16 12	23 36	3 15	7 59
14	K	17 49	- 19 57	59 26	16 13	—	4 14	8 49
15	Sz	18 49	- 20 30	59 22	16 12	0 39	5 13	9 48
16	Cs	19 50	- 19 44	59 13	16 10	1 33	6 11	10 52
17	P	20 49	- 17 45	59 0	16 6	2 19	7 8	12 3
18	Sz	21 45	- 14 43	58 42	16 1	2 57	8 2	13 15
19	V	22 40	- 10 54	58 22	15 56	3 30	8 54	14 27
20	H	23 33	- 6 32	57 57	15 49	3 59	9 44	15 38
21	K	0 23	- 1 54	57 30	15 42	4 26	10 32	16 48
22	Sz	1 13	+ 2 45	57 0	15 33	4 52	11 19	17 57
23	Cs	2 3	+ 7 13	56 28	15 25	5 18	12 6	19 4
24	P	2 52	+ 11 16	55 56	15 16	5 47	12 53	20 10
25	Sz	3 42	+ 14 44	55 25	15 7	6 16	13 40	21 13
26	V	4 32	+ 17 29	54 57	15 0	6 50	14 28	22 32
27	H	5 22	+ 19 25	54 35	14 54	7 29	15 16	23 6
28	K	6 13	+ 20 27	54 19	14 50	8 13	16 5	23 58
29	Sz	7 4	+ 20 33	54 13	14 48	9 3	16 53	—
30	Cs	7 54	+ 19 45	54 16	14 49	9 57	17 40	0 40

HOLD. — 1925 MÁJUS.

A	A	0 ^h világ-idő				A Hold		
hó	hét					kelte	delelése	nyugta
napja		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	Budapesten középeurópai időben		
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	P	8 44	+18 5	54 29	14 52	10 56	18 27	1 18
2	Sz	9 33	+15 36	54 52	14 58	11 57	19 14	1 50
3	V	10 22	+12 24	55 25	15 7	12 59	20 0	2 22
4	H	11 10	+ 8 34	56 6	15 19	14 6	20 46	2 49
5	K	11 59	+ 4 15	56 52	15 31	15 15	21 33	3 14
6	Sz	12 49	— 0 24	57 42	15 45	16 26	22 12	3 40
7	Cs	13 40	— 5 11	58 30	15 58	17 39	23 13	4 7
8	P	14 34	— 9 49	59 12	16 9	18 54	—	4 37
9	Sz	15 30	—14 0	59 46	16 18	20 10	0 7	5 11
10	V	16 29	—17 24	60 7	16 24	21 24	1 4	5 51
11	H	17 30	—19 42	60 14	16 26	22 31	2 4	6 40
12	K	18 33	—20 42	60 9	16 25	23 30	3 5	7 38
13	Sz	19 35	—20 17	59 52	16 20	—	4 5	8 42
14	Cs	20 35	—18 33	59 28	16 14	0 40	5 4	9 53
15	P	21 33	—15 43	58 57	16 5	1 1	5 59	11 5
16	Sz	22 28	—12 2	58 24	15 56	1 35	6 52	12 17
17	V	23 21	— 7 46	57 51	15 47	2 5	7 41	13 28
18	H	0 11	— 3 12	57 17	15 38	2 31	8 29	14 37
19	K	1 1	+ 1 26	56 45	15 29	2 57	9 16	15 45
20	Sz	1 49	+ 5 57	56 15	15 21	3 22	10 1	16 52
21	Cs	2 38	+10 7	55 46	15 13	3 48	10 48	17 59
22	P	3 27	+13 47	55 19	15 6	4 16	11 34	19 2
23	Sz	4 16	+16 48	54 55	14 59	4 49	12 22	19 53
24	V	5 7	+19 2	54 34	14 54	5 26	13 10	20 59
25	H	5 58	+20 23	54 19	14 49	6 8	13 59	21 51
26	K	6 49	+20 49	54 8	14 47	7 55	14 47	22 41
27	Sz	7 39	+20 19	54 5	14 46	7 47	15 35	23 37
28	Cs	8 29	+18 55	54 10	14 47	8 44	16 22	23 52
29	P	9 18	+16 42	54 25	14 51	9 44	17 8	—
30	Sz	10 6	+13 46	54 48	14 58	10 45	17 53	0 23
31	V	10 54	+10 11	55 22	15 7	11 48	18 18	0 51

HOLD. — 1925 JÚNIUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>° ′</i>	<i>″</i>	<i>″</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	H	11 42	+ 6 5	56 4	15 18	12 55	19 24	1 17
2	K	12 30	+ 1 36	56 54	15 32	14 3	20 10	1 42
3	Sz	13 19	- 3 6	57 49	15 47	15 14	20 59	2 7
4	Cs	14 11	- 7 48	58 44	16 2	16 28	21 51	2 35
5	P	15 6	- 12 15	59 40	16 16	17 44	22 47	3 5
6	Sz	16 4	- 16 5	60 18	16 27	19 1	23 47	3 42
7	V	17 5	- 18 59	60 47	16 35	20 13	—	4 27
8	H	18 9	- 20 35	60 59	16 38	21 19	0 48	5 22
9	K	19 13	- 20 44	60 53	16 37	22 14	1 52	6 26
10	Sz	20 16	- 19 25	60 31	16 31	23 0	2 54	7 37
11	Cs	21 17	- 16 50	59 57	16 22	23 38	3 52	8 51
12	P	22 15	- 13 16	59 14	16 10	—	4 48	10 5
13	Sz	23 9	- 9 2	58 28	15 57	0 10	5 39	11 18
14	V	0 0	- 4 27	57 42	15 45	0 37	6 26	12 29
15	H	0 50	+ 0 13	56 48	15 33	1 3	7 15	13 37
16	K	1 38	+ 4 47	56 18	15 22	1 28	8 0	14 44
17	Sz	2 26	+ 9 3	55 44	15 13	1 54	8 46	15 50
18	Cs	3 15	+ 12 51	55 14	15 5	2 21	9 32	16 53
19	P	4 4	+ 16 3	54 49	14 58	2 50	10 19	17 55
20	Sz	4 53	+ 18 31	54 29	14 52	3 26	11 6	18 55
21	V	5 44	+ 20 8	54 14	14 48	4 6	11 55	19 48
22	H	6 35	+ 20 51	54 4	14 45	4 50	12 43	20 36
23	K	7 25	+ 20 38	53 59	14 44	5 41	13 31	21 18
24	Sz	8 16	+ 19 30	54 0	14 44	6 36	14 18	21 54
25	Cs	9 5	+ 17 32	54 8	14 46	7 34	15 4	22 35
26	P	9 53	+ 14 48	54 23	14 50	8 34	15 50	22 54
27	Sz	10 40	+ 11 26	54 46	14 57	9 36	16 34	23 20
28	V	11 27	+ 7 33	55 18	15 6	10 40	17 18	23 45
29	H	12 14	+ 3 15	55 58	15 17	11 46	18 3	—
30	K	13 2	- 1 17	56 47	15 30	12 54	18 50	0 9

HOLD. — 1925 JÚLIUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
napja		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
						Budapesten középeurópai időben		
		<i>h m</i>	<i>° '</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	13 52	— 5 54	57 41	15 45	14 5	19 39	0 34
2	Cs	14 44	— 10 23	58 38	16 0	15 18	20 31	1 3
3	P	15 39	— 14 28	59 34	16 15	16 33	21 28	1 35
4	Sz	16 38	— 17 48	60 23	16 29	17 48	22 28	2 15
5	V	17 40	— 20 2	61 0	16 39	18 58	23 31	3 4
6	H	18 45	— 20 53	61 20	16 44	20 0	—	4 17
7	K	19 50	— 20 12	61 20	16 44	20 53	0 35	5 12
8	Sz	20 54	— 18 4	61 1	16 39	21 35	1 38	6 28
9	Cs	21 54	— 14 45	60 26	16 29	22 10	2 36	7 46
10	P	22 52	— 10 35	59 38	16 16	22 40	3 31	9 2
11	Sz	23 46	— 5 57	58 44	16 2	23 7	4 23	10 16
12	V	0 37	— 1 9	57 49	15 47	23 33	5 12	11 27
13	H	1 26	+ 3 33	56 57	15 33	23 58	5 58	12 36
14	K	2 15	+ 7 58	56 10	15 20	—	6 44	13 41
15	Sz	3 3	+ 11 55	55 30	15 9	0 25	7 30	14 46
16	Cs	3 52	+ 15 17	54 58	15 0	0 54	8 17	15 48
17	P	4 41	+ 17 56	54 33	14 53	1 26	9 4	16 47
18	Sz	5 32	+ 19 47	54 15	14 48	2 4	9 52	17 42
19	V	6 22	+ 20 45	54 3	14 45	2 48	10 40	18 33
20	H	7 13	+ 20 46	53 58	14 44	3 36	11 28	19 18
21	K	8 3	+ 19 53	53 57	14 44	4 29	12 16	19 58
22	Sz	8 53	+ 18 8	54 3	14 45	5 27	13 2	20 29
23	Cs	9 41	+ 15 35	54 13	14 48	6 27	13 48	20 59
24	P	10 29	+ 12 22	54 30	14 52	7 19	14 32	21 25
25	Sz	11 16	+ 8 37	54 53	14 59	8 33	15 16	21 51
26	V	12 2	+ 4 27	55 22	15 7	9 36	16 0	22 13
27	H	12 49	+ 0 2	55 58	15 17	10 42	16 55	22 38
28	K	12 37	— 4 29	56 41	15 28	11 50	17 32	23 4
29	Sz	14 26	— 8 55	57 30	15 41	12 59	18 21	23 33
30	Cs	15 19	— 13 2	58 22	15 56	14 12	19 13	—
31	P	16 15	— 16 35	59 15	16 10	15 25	20 10	0 8

HOLD. — 1925 AUGUSZTUS.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Sz	17 14	− 19 14	60 4	16 23	16 35	21 11	0 51
2	V	18 16	− 20 40	60 44	16 34	17 41	22 14	1 44
3	H	19 21	− 20 41	61 10	16 42	18 38	23 17	2 47
4	K	20 25	− 19 12	61 18	16 44	19 36	—	4 0
5	Sz	21 28	− 16 21	61 7	16 41	20 5	0 18	5 18
6	Cs	22 28	− 12 26	60 37	16 33	20 38	1 16	6 37
7	P	23 25	− 7 50	59 53	16 21	21 7	2 11	7 54
8	Sz	0 18	− 2 55	59 0	16 6	21 34	3 3	9 9
9	V	1 10	+ 2 0	58 2	15 50	22 1	3 52	10 20
10	H	2 0	+ 6 39	57 6	15 35	22 28	4 40	11 30
11	K	2 50	+ 10 51	56 15	15 21	22 56	5 27	12 36
12	Sz	3 39	+ 14 27	55 31	15 9	23 28	6 13	13 40
13	Cs	4 29	+ 17 20	54 55	14 59	—	7 1	14 41
14	P	5 19	+ 19 24	54 29	14 52	0 4	7 48	15 37
15	Sz	6 9	+ 20 35	54 11	14 47	0 46	8 36	16 29
16	V	7 0	+ 20 51	54 2	14 45	1 32	9 25	17 15
17	H	7 50	+ 20 12	54 1	14 45	2 23	10 13	17 55
18	K	8 40	+ 18 39	54 5	14 46	3 20	11 0	18 31
19	Sz	9 29	+ 16 17	54 16	14 49	4 20	11 46	19 2
20	Cs	10 17	+ 13 12	54 31	14 53	5 22	12 31	19 30
21	P	11 2	+ 9 32	54 50	14 58	6 25	13 15	19 57
22	Sz	11 51	+ 5 25	55 14	15 4	7 29	13 59	20 18
23	V	12 38	+ 1 2	55 41	15 12	8 34	14 44	20 42
24	H	13 25	− 3 29	56 13	15 21	9 41	15 29	21 7
25	K	14 14	− 7 55	56 49	15 30	10 49	16 16	21 34
26	Sz	15 5	− 12 4	57 28	15 41	11 59	17 7	22 7
27	Cs	15 58	− 15 42	58 10	15 53	13 9	18 0	22 45
28	P	16 55	− 18 34	58 53	16 4	14 19	18 57	23 32
29	Sz	17 54	− 20 23	59 34	16 15	15 26	19 57	—
30	V	18 56	− 20 55	60 9	16 25	16 24	20 58	0 29
31	H	19 59	− 20 2	60 35	16 32	17 15	21 59	1 34

HOLD. — 1925 SZEPTEMBER.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	21 1	- 17 45	60 47	16 35	17 57	23 0	2 49
2	Sz	22 2	- 14 16	60 42	16 34	18 33	23 55	4 8
3	Cs	23 0	- 9 54	60 21	16 28	19 5	—	5 27
4	P	23 55	- 5 0	59 46	16 19	19 30	0 49	6 44
5	Sz	0 49	+ 0 4	58 59	16 6	20 1	1 40	7 58
6	V	1 41	+ 4 59	58 6	15 51	20 28	2 30	9 10
7	H	2 32	+ 9 30	57 12	15 37	20 55	3 18	10 20
8	K	3 22	+ 13 26	56 21	15 23	21 26	4 6	11 27
9	Sz	4 13	+ 16 38	55 36	15 11	22 2	4 54	12 30
10	Cs	5 4	+ 19 0	54 59	15 1	22 42	5 43	13 31
11	P	5 54	+ 20 27	54 32	14 53	23 26	6 31	14 24
12	Sz	6 45	+ 20 59	54 15	14 49	—	7 20	15 13
13	V	7 36	+ 20 34	54 8	14 47	0 15	8 8	15 55
14	H	8 26	+ 19 15	54 10	14 47	1 12	8 55	16 32
15	K	9 15	+ 17 5	54 19	14 50	2 13	9 42	17 3
16	Sz	10 4	+ 14 9	54 36	14 54	3 13	10 27	17 31
17	Cs	10 51	+ 10 35	54 57	15 0	4 16	11 12	17 58
18	P	11 39	+ 6 31	55 22	15 7	5 19	11 57	18 23
19	Sz	12 26	+ 2 6	55 49	15 14	6 25	12 42	18 47
20	V	13 14	- 2 29	56 18	15 22	7 33	13 27	19 12
21	H	14 2	- 7 2	56 47	15 30	8 41	14 14	19 38
22	K	14 53	- 11 19	57 17	15 38	9 51	15 4	20 5
23	Sz	15 46	- 15 7	57 47	15 46	11 1	15 56	20 44
24	Cs	16 41	- 18 10	58 17	15 54	12 31	16 51	21 27
25	P	17 39	- 20 13	58 45	16 2	13 17	17 49	22 19
26	Sz	18 39	- 21 5	59 11	16 9	14 17	18 18	23 20
27	V	19 39	- 20 37	59 34	16 15	15 10	19 47	—
28	H	20 40	- 18 48	59 50	16 20	15 53	20 45	0 30
29	K	21 40	- 15 47	59 57	16 22	16 29	21 41	1 44
30	Sz	22 37	- 11 46	59 54	16 21	17 1	22 36	3 1

HOLD. — 1925 OKTÓBER.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
napja		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
						Budapesten középeurópai időben		
		<i>h m</i>	<i>o ' "</i>	<i>' "</i>	<i>' "</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	Cs	23 33	— 7 4	59 38	16 17	17 31	23 27	4 19
2	P	0 27	— 2 1	59 11	16 9	17 59	—	5 34
3	Sz	1 19	+ 2 3	58 35	15 59	18 26	0 17	6 48
4	V	2 11	+ 7 51	57 51	15 47	18 54	1 6	8 0
5	H	3 3	+ 12 8	57 4	15 35	19 23	1 56	9 10
6	K	3 54	+ 15 43	56 18	15 22	19 56	2 45	10 38
7	Sz	4 46	+ 18 28	55 37	15 11	20 35	3 34	11 20
8	Cs	5 37	+ 20 18	55 2	15 1	21 19	4 24	12 17
9	P	6 29	+ 21 9	54 36	14 54	22 7	5 13	13 8
10	Sz	7 20	+ 21 1	54 20	14 50	23 0	6 1	13 53
11	V	8 10	+ 19 58	54 14	14 48	23 58	6 49	14 31
12	H	9 0	+ 18 2	54 19	14 49	—	7 36	15 10
13	K	9 48	+ 15 19	54 32	14 53	1 0	8 22	15 34
14	Sz	10 36	+ 11 55	54 55	14 59	2 3	9 7	16 1
15	Cs	11 24	+ 7 57	55 23	15 7	3 6	9 52	16 26
16	P	12 11	+ 3 33	55 56	15 16	4 12	10 36	16 50
17	Sz	12 59	— 1 5	56 31	15 25	5 20	11 22	17 14
18	V	13 48	— 5 47	57 5	15 35	6 29	12 10	17 40
19	H	14 39	— 10 18	57 37	15 43	7 30	12 59	18 9
20	K	15 32	— 14 22	58 5	15 51	8 52	13 51	18 44
21	Sz	16 27	— 17 43	58 29	15 58	10 3	14 47	19 25
22	Cs	17 25	— 20 5	58 47	16 3	11 11	15 44	20 14
23	P	18 25	— 21 15	59 1	16 6	12 14	16 42	21 12
24	Sz	19 26	— 21 6	59 10	16 9	13 7	17 41	22 17
25	V	20 26	— 19 36	59 15	16 10	13 53	18 38	23 30
26	H	21 24	— 16 54	59 15	16 10	14 30	19 34	—
27	K	22 21	— 13 12	59 10	16 9	15 3	20 27	0 45
28	Sz	23 15	— 8 46	58 59	16 6	15 33	21 18	2 0
29	Cs	0 8	— 3 52	58 42	16 1	15 59	22 7	3 14
30	P	1 0	+ 1 10	58 19	15 55	16 25	22 56	4 27
31	Sz	1 51	+ 6 6	57 49	15 47	16 52	23 45	5 39

HOLD. — 1925 NOVEMBER.

A hó	A hét	0 ^h vilá-g-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- laxis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja						Budapesten középeurópai időben		
		<i>h m</i>	<i>° ′</i>	<i>′ ″</i>	<i>′ ″</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	V	2 43	+ 10 38	57 15	15 37	17 20	—	6 50
2	H	3 34	+ 14 34	56 38	15 27	17 52	0 36	7 59
3	K	4 26	+ 17 43	56 0	15 17	18 28	1 24	9 6
4	Sz	5 18	+ 19 57	55 26	15 8	19 10	2 14	10 6
5	Cs	6 11	21 12	54 56	14 59	19 56	3 4	11 0
6	P	7 3	+ 21 26	54 33	14 53	20 48	3 54	11 49
7	Sz	7 54	+ 20 42	54 19	14 49	21 46	4 42	12 30
8	V	8 44	+ 19 3	54 15	14 48	22 45	5 29	13 5
9	H	9 32	+ 16 35	54 21	14 50	23 47	6 15	13 36
10	K	10 20	13 24	54 38	14 55	—	7 0	14 3
11	Sz	11 7	+ 9 38	55 4	15 2	0 50	7 44	14 28
12	Cs	11 54	+ 5 22	55 39	15 11	1 54	8 29	14 52
13	P	12 41	— 0 47	56 20	15 22	3 1	9 14	15 16
14	Sz	13 29	— 3 58	57 4	15 34	4 10	10 0	15 41
15	V	14 20	8 40	57 48	15 46	5 21	10 49	16 9
16	H	15 13	— 13 3	58 28	15 57	6 36	11 41	16 41
17	K	16 9	— 16 49	59 2	16 7	7 39	12 37	17 20
18	Sz	17 8	— 19 38	59 26	16 13	9 0	13 35	18 6
19	Cs	18 9	— 21 15	59 39	16 17	10 8	14 36	19 3
20	P	19 11	21 29	59 42	16 18	11 6	15 36	20 8
21	Sz	20 12	— 20 19	59 36	16 16	11 55	16 35	21 20
22	V	21 12	— 17 51	59 23	16 12	12 35	17 30	22 34
23	H	22 9	— 14 20	59 5	16 7	13 8	18 24	23 48
24	K	23 3	— 10 4	58 43	16 1	13 38	19 14	—
25	Sz	23 55	5 18	58 18	15 55	14 4	20 3	1 2
26	Cs	0 46	— 0 21	57 52	15 48	14 29	20 51	2 14
27	P	1 36	+ 4 34	57 25	15 40	14 54	21 39	3 25
28	Sz	2 26	+ 9 12	56 57	15 33	15 21	22 27	4 35
29	V	3 17	+ 13 21	56 28	15 25	15 50	23 15	5 44
30	H	4 8	16 47	55 58	15 17	16 25	—	7 6

HOLD. — 1925 DECEMBER.

A hó	A hét	0 ^h világ-idő				A Hold		
		Rekt.	Dekl.	Paral- axis	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
napja		Budapesten középeurópai időben						
		<i>h m</i>	<i>° ′</i>	<i>″</i>	<i>″</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
1	K	5 0	+19 23	55 29	15 9	17 4	0 5	7 54
2	Sz	5 53	+21 1	55 3	15 1	17 47	0 55	8 54
3	Cs	6 45	+21 38	54 40	14 55	18 37	1 45	9 43
4	P	7 37	+21 14	54 22	14 50	19 34	2 35	10 28
5	Sz	8 27	+19 54	54 11	14 47	20 32	3 23	11 6
6	V	9 17	+17 42	54 9	14 47	21 33	4 9	11 37
7	H	10 4	+14 46	54 16	14 49	22 35	4 54	12 5
8	K	10 51	+11 13	54 34	14 53	23 38	5 38	12 30
9	Sz	11 37	+ 7 10	55 1	15 1	—	6 11	12 56
10	Cs	12 23	+ 2 45	55 39	15 11	0 42	7 5	13 17
11	P	13 10	— 1 54	56 24	15 24	1 48	7 50	13 41
12	Sz	13 59	— 6 37	57 16	15 38	2 57	8 37	14 7
13	V	14 50	—11 9	58 9	15 52	4 9	9 27	14 36
14	H	15 45	—15 16	59 0	16 6	5 23	10 21	15 11
15	K	16 43	—18 36	59 45	16 18	6 38	11 19	15 54
16	Sz	17 44	—20 50	60 17	16 27	7 50	12 20	16 58
17	Cs	18 48	—21 40	60 35	16 32	8 55	13 22	17 51
18	P	19 52	—20 59	60 36	16 32	9 49	14 24	19 3
19	Sz	20 54	—18 52	60 23	16 29	10 35	15 24	20 19
20	V	21 54	—15 32	59 57	16 22	11 11	16 19	21 36
21	H	22 50	—11 20	59 23	16 12	11 42	17 12	22 52
22	K	23 44	— 6 36	58 44	16 2	12 9	18 12	—
23	Sz	0 35	— 1 37	58 4	15 51	12 34	18 49	0 6
24	Cs	1 25	+ 3 19	57 25	15 40	12 59	19 36	1 16
25	P	2 15	+ 8 1	56 49	14 30	13 25	20 24	2 25
26	Sz	3 4	+12 15	56 16	15 21	13 53	21 11	3 33
27	V	3 54	+15 52	55 46	15 13	14 25	22 0	4 40
28	H	4 46	+18 43	55 19	15 6	15 1	22 49	5 44
29	K	5 37	+20 38	54 56	15 0	15 43	23 39	6 13
30	Sz	6 29	+21 35	54 36	14 54	16 31	—	7 37
31	Cs	7 21	+21 31	54 20	14 50	17 25	0 29	8 25

HOLDVÁLTOZÁSOK.

(Középeurópai idő.)

		<i>h</i>	<i>m</i>			<i>h</i>	<i>m</i>
Első negyed	Jan.	2-án	0 26	Holdtölte	Júl.	6-án	5 54
Holdtölte	"	10-én	3 47	Utolsó negyed . . .	"	12-én	22 34
Utolsó negyed . . .	"	18-án	0 33	Újhold	"	20-án	22 40
Újhold	"	24-én	15 45	Első negyed	"	28-án	21 23
Első negyed	"	31-én	17 43				
Holdtölte	Febr.	8-án	22 49	Holdtölte	Aug.	4-én	12 59
Utolsó negyed . . .	"	16-án	10 41	Utolsó negyed . . .	"	11-én	10 11
Újhold	"	23-án	3 12	Újhold	"	19-én	14 15
				Első negyed	"	27-én	5 46
Első negyed	Márc.	2-án	13 7	Holdtölte	Szept.	2-án	20 53
Holdtölte	"	11-én	15 21	Utolsó negyed . . .	"	10-én	1 12
Utolsó negyed . . .	"	17-én	18 22	Újhold	"	18-án	5 12
Újhold	"	24-én	15 3	Első negyed	"	25-én	12 51
Első negyed	Ápr.	1-én	9 12	Holdtölte	Okt.	2-án	6 23
Holdtölte	"	9-én	4 33	Utolsó negyed . . .	"	9-én	19 34
Utolsó negyed . . .	"	16-án	0 40	Újhold	"	17-én	19 6
Újhold	"	23-án	3 28	Első negyed	"	24-én	19 38
				Holdtölte	"	31-én	18 17
Első negyed	Máj.	1-én	4 20	Utolsó negyed . . .	Nov.	8-án	16 13
Holdtölte	"	8-án	14 43	Újhold	"	16-án	7 58
Utolsó negyed . . .	"	15-én	6 46	Első negyed	"	23-án	3 6
Újhold	"	22-én	16 48	Holdtölte	"	30-án	9 11
Első negyed	"	30-án	21 4				
Holdtölte	Jún.	6-án	22 48	Utolsó negyed . . .	Dec.	8-án	13 11
Utolsó negyed . . .	"	13-án	13 44	Újhold	"	15-én	20 5
Újhold	"	22-én	7 17	Első negyed	"	22-én	12 8
Első negyed	"	29-én	10 43	Holdtölte	"	30-án	3 1

MERKUR 1925.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Merkúr		
	Rekt.	Dekl.	Távolság a Földtől ¹	Fél-átmérő	kelte	delelése	nyugta
					Budapesten közép-európai időben		
	<i>h m</i>	<i>° '</i>		<i>"</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan. 1.	17 59	-20 18	0.699	4.8	6 29	10 58	15 27
13.	11 56	-21 16	0.915	3.7	5 49	10 12	14 35
25.	18 50	-22 40	1.128	3.0	6 3	10 19	14 35
Febr. 6.	20 1	-21 45	1.277	2.6	6 20	10 44	15 8
18.	21 20	-17 44	1.362	2.5	6 33	11 15	15 57
Márc. 2.	22 41	-10 28	1.378	2.4	6 32	11 49	17 6
14.	0 4	- 0 14	1.281	2.6	6 22	12 26	18 30
26.	1 21	+10 18	1.021	3.3	6 5	12 54	19 43
Ápr. 7.	1 57	+15 21	0.722	4.6	5 27	12 40	19 53
19.	1 41	+12 18	0.574	5.8	4 37	11 36	18 35
Máj. 1.	1 24	+ 7 10	0.615	5.4	3 58	10 33	17 8
13.	1 43	+ 7 12	0.768	4.4	3 30	10 5	16 40
25.	2 32	+11 48	0.969	3.5	3 12	10 8	17 4
Jún. 6.	3 48	+18 33	1.182	2.8	3 8	10 38	18 8
18.	5 32	+24 2	1.318	2.5	3 34	11 35	19 36
30.	7 24	+23 57	1.274	2.6	4 39	12 40	20 41
Júl. 12.	8 54	+18 53	1.119	3.0	5 50	13 22	20 54
24.	9 57	+12 7	0.955	3.6	6 39	13 37	20 35
Aug. 5.	10 33	+ 6 12	0.766	4.4	6 53	13 24	19 55
17.	10 32	+ 4 16	0.635	5.3	6 12	12 34	18 56
29	9 58	+ 8 42	0.654	5.1	4 31	11 13	17 55
Szept. 10.	10 4	+11 58	0.909	3.7	3 37	10 34	17 31
22.	11 11	+ 7 13	1.219	2.7	4 20	10 55	17 30
Okt. 4.	12 30	- 1 43	1.386	2.4	5 31	11 27	17 23
16.	13 45	-10 36	1.425	2.3	6 38	11 54	17 10
28.	14 57	-17 59	1.378	2.4	7 38	12 19	17 0
Nov. 9.	16 9	-23 14	1.255	2.7	8 30	12 43	16 56
21.	17 16	-25 37	1.050	3.2	9 4	13 2	17 0
Dec. 3.	17 47	-24 28	0.783	4.3	8 38	12 43	16 48
15.	16 55	-20 6	0.695	4.8	6 33	11 3	15 33
27.	16 47	-19 53	0.923	3.6	5 41	10 11	14 41

¹ A bolygótávolság csillagászati egységben, Nap-Föld távolságban (= 149,500.000 km) vannak kifejezve.

VENUS 1925.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Venus		
	Rekt.	Dekl.	Távo- ság a Földtől	Fel- átmérő	kelte	delelése	nyugta
					Budapesten középeurópai időben		
	<i>h m</i>	<i>o ' "</i>		<i>''</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan. 1.	16 45	-21 11	1.435	5.9	5 25	9 49	14 13
13.	17 50	-22 47	1.490	5.7	5 51	10 6	14 21
25.	18 55	-22 45	1.539	5.5	6 11	10 26	14 41
Febr. 6.	19 59	-21 3	1.583	5.3	6 16	10 41	15 6
18.	21 1	-17 52	1.621	5.2	6 16	10 56	15 36
Márc. 2.	22 0	-13 28	1.655	5.1	6 4	11 7	16 10
14.	22 57	- 8 11	1.682	5.0	5 49	11 17	16 45
26.	23 53	- 2 23	1.704	4.9	5 31	11 25	17 19
Ápr. 7.	0 47	+ 3 36	1.720	4.9	5 14	11 33	17 52
19.	1 42	+ 9 25	1.728	4.9	4 55	11 40	18 25
Máj. 1.	2 39	+14 43	1.729	4.9	4 40	11 50	19 0
13.	3 38	+19 8	1.723	4.9	4 29	12 2	19 35
25.	4 40	+22 20	1.708	4.9	4 26	12 16	20 6
Jún. 6.	5 43	+24 2	1.685	5.0	4 32	12 33	20 34
18.	6 48	+24 3	1.653	5.1	4 39	12 40	20 41
30.	7 51	+22 23	1.613	5.2	5 15	13 6	20 57
Júl. 12.	8 53	+19 10	1.566	5.4	5 47	13 20	20 53
24.	9 51	+14 43	1.511	5.6	6 20	13 30	20 40
Aug. 5.	10 46	+ 9 20	1.450	5.8	6 53	13 38	20 23
17.	11 39	+ 3 23	1.383	6.1	7 26	13 44	20 2
29.	12 32	- 2 48	1.312	6.4	7 50	13 39	19 28
Szept. 10.	13 24	- 8 54	1.235	6.8	8 29	13 54	19 19
22.	14 18	-14 34	1.156	7.3	9 2	14 0	18 58
Okt. 4.	15 13	-19 28	1.073	7.8	9 36	14 9	18 42
16.	16 11	-23 15	0.988	8.5	10 8	14 20	18 32
28.	17 11	-25 39	0.901	9.3	10 34	14 32	18 30
Nov. 9.	18 10	-26 27	0.812	10.4	10 52	14 44	18 36
21.	19 8	-25 38	0.722	11.7	10 56	14 54	18 52
Dec. 3.	20 0	-23 24	0.632	13.3	10 48	14 59	19 10
15.	20 46	-20 4	0.543	15.5	10 27	14 57	19 27
27.	21 22	-16 6	0.457	18.4	9 55	14 45	19 35

MARS 1925.

Kelt	0 ⁿ világ-idő				A Mars		
	Rekt.	Dekl.	Távolság a Földtől	Fél-átmérő	kelte	delelése	nyugta
					Budapesten közép-európai időben		
	<i>h m</i>	<i>o '</i>		<i>''</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan. 1.	0 28	+ 3 2	1.141	4.1	11 13	17 30	23 47
13.	0 55	+ 6 12	1.249	3.8	10 39	17 10	23 41
25.	1 23	+ 9 17	1.358	3.5	10 6	16 51	23 36
Febr. 6.	1 52	+ 12 13	1.468	3.2	9 35	16 33	23 31
18.	2 22	+ 14 57	1.577	3.0	9 3	16 15	23 27
Márc. 2.	2 52	+ 17 27	1.686	2.9	8 34	15 58	23 22
14.	3 24	+ 19 38	1.792	2.6	8 6	15 42	23 18
26.	3 56	+ 21 28	1.895	2.5	7 41	15 27	23 13
Ápr. 7.	4 28	+ 23 1	1.995	2.4	7 18	15 13	23 8
19.	5 1	+ 23 57	2.090	2.2	6 57	14 58	22 59
Máj. 1.	5 35	+ 24 32	2.179	2.2	6 41	14 45	22 49
13.	6 9	+ 24 39	2.263	2.1	6 27	14 31	22 35
25.	6 42	+ 24 20	2.340	2.0	6 14	14 17	22 20
Jún. 6.	7 15	+ 23 34	2.410	1.9	6 5	14 3	22 1
18.	7 48	+ 22 24	2.473	1.9	5 56	13 48	22 40
30.	8 19	+ 20 50	2.527	1.9	5 50	13 32	21 14
Júl. 12.	8 51	+ 18 56	2.573	1.8	5 44	13 16	20 48
24.	9 21	+ 16 44	2.610	1.8	5 39	12 59	20 19
Aug. 5	9 51	+ 14 16	2.638	1.8	5 35	12 42	19 49
17.	10 20	+ 11 34	2.657	1.8	5 29	12 24	19 19
29.	10 49	+ 8 42	2.667	1.8	5 23	12 5	18 47
Szept. 10.	11 17	+ 5 42	2.667	1.8	5 17	11 46	18 15
22.	11 45	+ 2 37	2.658	1.8	5 11	11 26	17 41
Okt. 4.	12 14	- 0 32	2.639	1.8	5 7	11 8	17 9
16.	12 42	- 3 40	2.611	1.8	5 3	10 50	16 37
28.	13 11	- 6 46	2.574	1.8	4 57	10 31	16 5
Nov. 9.	13 41	- 9 47	2.528	1.9	4 54	10 14	15 34
21.	14 11	- 12 38	2.475	1.9	4 50	9 57	15 4
Dec. 3.	14 43	- 15 18	2.413	1.9	4 47	9 41	14 35
15.	15 15	- 17 42	2.345	2.0	4 44	9 26	14 8
27.	15 49	- 19 46	2.271	2.1	4 41	9 12	13 43

JUPITER 1925.

Kelt	0 ^h világ-idő				A Jupiter		
	Rekt.	Dekl.	Távolság a Földtől	Fél-átmérő	kelte	delelése	nyugta
					Budapesten középeurópai időben		
	<i>h m</i>	<i>° '</i>		<i>"</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan. 1.	18 14	- 23 16	6.220	14.8	7 4	11 16	15 28
13.	18 26	- 23 11	6.177	14.9	6 27	10 40	14 53
25.	18 37	- 23 3	6.104	15.1	5 51	10 5	14 19
Febr. 6.	18 48	- 22 53	6.003	15.3	5 15	9 29	13 43
18.	18 59	- 22 41	5.876	15.6	4 37	8 52	13 7
Márc. 2.	19 8	- 22 28	5.727	16.1	3 57	8 14	12 31
14.	19 17	- 22 14	5.559	16.5	3 17	7 35	11 53
26.	19 24	- 22 1	5.377	17.1	2 36	6 55	10 14
Ápr. 7.	19 30	- 21 50	5.187	17.4	1 53	6 14	10 35
19.	19 34	- 21 42	4.994	18.4	1 10	5 31	9 52
Máj. 1.	19 37	- 21 38	4.806	19.1	0 24	4 46	9 8
13.	19 37	- 21 39	4.630	19.9	23 38	4 0	8 22
25.	19 36	- 21 43	4.472	20.6	22 50	3 11	7 32
Jún. 6.	19 33	- 21 52	4.340	21.2	22 1	2 21	6 41
18.	19 28	- 22 4	4.241	21.8	21 10	1 29	5 48
30.	19 22	- 22 18	4.180	22.0	20 18	0 36	4 44
Júl. 12.	19 16	- 22 32	4.160	22.1	19 21	23 38	3 55
24.	19 9	- 22 45	4.183	22.0	18 29	22 44	2 59
Aug. 5.	19 3	- 22 56	4.246	21.7	17 37	21 51	2 5
17.	18 59	- 23 3	4.347	21.2	16 47	21 0	1 13
29.	18 56	- 23 8	4.478	20.5	15 57	20 10	0 23
Szept. 10.	18 55	- 23 10	4.634	19.8	15 9	19 22	23 35
22.	18 56	- 23 9	4.807	19.1	14 23	18 36	22 49
Okt. 4.	18 59	- 23 6	4.989	18.4	13 39	17 52	22 5
16.	19 4	- 22 59	5.173	17.8	12 56	17 10	21 24
28.	19 11	- 22 50	5.353	17.2	12 14	16 29	20 44
Nov. 9.	19 19	- 22 36	5.523	16.6	11 34	15 50	20 6
21.	19 28	- 22 19	5.677	16.2	10 56	15 12	19 30
Dec. 3.	19 38	- 21 58	5.812	15.8	10 15	14 34	18 53
15.	19 48	- 21 32	5.923	15.5	9 35	13 58	18 21
27.	19 59	- 21 3	6.007	15.3	8 58	13 22	17 46

SATURNUS 1925.

Kelt		0 ⁿ világ-idő				A Saturnus		
		Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	kelte	delelése	nyugta
						Budapesten középeurópai időben		
		h m	° '		"	h m	h m	h m
Jan.	1.	14 41	-13 16	10.305	7.2	2 40	7 44	12 48
	13.	14 45	-13 30	10.126	7.4	1 57	7 0	12 3
	25.	14 48	-13 40	9.933	7.5	1 14	6 16	11 18
Febr.	6.	14 49	-13 45	9.734	7.7	0 28	5 30	10 32
	18.	14 50	-13 47	9.536	7.8	23 41	4 43	9 45
Márc.	2.	14 50	-13 43	9.350	8.0	22 54	3 56	8 58
	14.	14 49	-13 36	9.182	8.1	22 4	3 8	8 10
	26.	14 47	-13 25	9.041	8.3	21 16	2 19	7 22
Ápr.	7.	14 45	-13 11	8.934	8.4	20 26	1 30	6 34
	19.	14 41	-12 55	8.886	8.4	19 34	0 39	5 44
Máj.	1.	14 38	-12 39	8.841	8.4	18 36	23 44	4 51
	13.	14 34	-12 23	8.859	8.4	17 46	22 53	4 0
	25.	14 31	-12 8	8.920	8.4	16 54	22 3	3 12
Jún.	6.	14 28	-11 57	9.019	8.3	15 58	21 12	2 22
	18.	14 26	-11 49	9.152	8.2	15 13	20 24	1 35
Júl.	30.	14 25	-11 45	9.313	8.0	14 25	19 36	0 47
	12.	14 24	-11 46	9.494	7.9	13 37	18 48	23 59
	24.	14 25	-11 51	9.688	7.7	12 50	18 1	23 22
Aug.	5.	14 26	-12 1	9.887	7.5	12 5	17 15	22 25
	17.	14 28	-12 13	10.083	7.4	11 21	16 30	21 39
Szept.	29.	14 31	-12 32	10.269	7.3	10 37	15 45	20 53
	10.	14 35	-12 52	10.439	7.1	9 56	15 2	20 8
	22.	14 39	-13 15	10.588	7.0	9 16	14 20	19 24
Okt.	4.	14 44	-13 39	10.710	7.0	8 35	13 37	18 39
	16.	14 49	-14 4	10.801	6.9	7 55	12 55	17 55
Nov.	28.	14 54	-14 29	10.858	6.9	7 15	12 13	17 11
	9.	15 0	-14 54	10.879	6.9	6 25	11 21	16 17
	21.	15 6	-15 18	10.863	6.9	5 56	10 50	15 44
Dec.	3.	15 11	-16 41	10.810	6.9	5 18	10 9	15 0
	15.	15 17	-16 2	10.723	7.0	4 35	9 26	14 17
	27.	15 22	-16 20	10.603	7.0	3 53	8 45	13 37

Kelt	0 ^h világ-idő				A			
	Rekt.	Dekl.	Távol- ság a Földtől	Fél- átmérő	felkelés	delelés	lenyug- vás	
					Budapesten középeurópai időben			
URANUS 1925.								
		<i>h m</i>	<i>° '</i>		<i>''</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan.	1.	23 17	— 5 24	20.444	1.7	10 38	16 18	21 58
	31.	23 22	— 4 56	20.857	1.7	8 41	14 23	20 5
Márc.	2.	23 28	— 4 18	21.073	1.6	6 48	12 33	18 18
Ápr.	1.	23 34	— 3 38	21.044	1.6	4 55	10 43	16 31
Máj.	1.	23 39	— 3 2	20.784	1.7	2 58	8 48	14 38
	31.	23 43	— 2 39	20.354	1.7	1 2	6 54	12 46
Jún.	30.	23 45	— 2 30	19.858	1.7	23 5	4 58	10 51
Júl.	30.	23 43	— 2 39	12.414	1.8	21 6	2 58	8 50
Aug.	29.	23 40	— 3 2	19.140	1.8	19 7	0 57	6 47
Szept.	28.	23 36	— 3 39	19.114	1.8	17 3	22 51	4 39
Okt.	28.	23 32	— 3 53	19.348	1.8	15 4	20 50	2 36
Nov.	27.	23 30	— 4 3	19.781	1.7	13 3	18 49	0 35
Dec.	27.	23 31	— 3 56	20.293	1.7	11 6	16 52	22 38
NEPTUNUS 1925.								
		<i>h m</i>	<i>° '</i>		<i>''</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>	<i>h m</i>
Jan.	1.	9 39	+14 24	29.359	1.3	19 33	2 42	9 51
	31.	9 36	+14 39	29.129	1.3	17 31	0 41	7 51
Márc.	2.	9 33	+14 55	29.165	1.3	15 25	22 36	5 47
Ápr.	1.	9 30	+15 7	29.456	1.2	13 24	20 36	3 48
Máj.	1.	9 29	+15 12	29.912	1.2	11 23	18 36	1 49
	31.	9 30	+15 7	30.413	1.2	9 27	16 39	23 51
Jún.	30.	9 33	+14 54	30.835	1.2	7 34	14 45	21 56
Júl.	30.	9 37	+14 36	31.077	1.2	5 41	12 51	20 1
Aug.	29.	9 41	+14 14	31.087	1.2	3 50	10 58	18 6
Szept.	28.	9 45	+13 55	30.856	1.2	1 56	9 2	16 8
Okt.	28.	9 48	+13 41	30.435	1.2	0 3	7 8	14 13
Nov.	27.	9 49	+13 37	29.925	1.2	22 5	5 10	12 15
Dec.	27.	9 48	+13 42	29.460	1.2	20 6	3 11	10 16

A NAP, A HOLD, A NAGYBOLYGÓK ÉS HOLDJAIKNAK FONTOSABB ELEMEI.

NAP.

Középtávolsága a Földtől	149,500,000 km.
Parallaxisa	8"80
Látszólagos átmérője középtávolában . .	31' 59"26
Tényleges "	1,391,000 km.
Átmérője, a Földét egységül véve	109
Térfogata " " " "	1,297,000
Tömege " " " "	333,432
Sűrűsége " " " "	0.26
" " vizét " "	1.40
Forgásiideje	25 —27 nap
Egyenlítőjének hajlása az ekliptikához . .	7° 10'5
Sziderikus év hossza	365 nap 6 ^h 9 ^m 9.5 ^s
Tropikus " "	365 " 5 ^h 48 ^m 46.0 ^s
Anomalisztikus év hossza	365 " 6 ^h 13 ^m 53.0 ^s

HOLD.

Középtávolsága a Földtől km.-ben	384,400
" " " földszugarban	60.267
Látszólagos átmérője	31' 7"20
Tényleges "	3,470 km.
Térfogata a Földét egységül véve	0.020
Tömege " " " "	0.012
Sűrűsége " " " "	0.61
Egyenlítőjének hajlása az ekliptikához . .	1° 31' 22"
Pályájának hajlása	5 8 43
Sziderikus keringésiideje	27 nap 7 ^h 43 ^m 11.5 ^s
Tropikus "	27 " 7 ^h 43 ^m 4.6 ^s
Szinodikus "	29 " 12 ^h 44 ^m 2.8 ^s
Drákói "	27 " 5 ^h 5 ^m 35.7 ^s
Anomalisztikus "	27 " 13 ^h 18 ^m 33.1 ^s

A FŐBOLYGÓK.

N é v	Középtávolság a Naptól		Keringés-idő	Közép- sebesség mp.- ként	Forgás-idő
	csillagá- szati egység- ben	millió km.- ben			
Merkur . . .	0.387	58	0 év 88 nap	47.0 km.	Ismeretlen
Venus	0.723	108	0 „ 225 „	34.7 „	„
Föld	1.000	149	1 „ 0 „	27.8 „	23 ^h 56 ^m 4 ^s
Mars	1.524	228	1 „ 322 „	24.0 „	24 ^h 37 ^m 23 ^s
Jupiter . . .	5.203	778	11 „ 315 „	13.0 „	9 ^h 50 ^m
Saturnus . .	9.555	1428	29 „ 167 „	9.5 „	10 ^h 14 ^m
Uranus . . .	19.218	2873	84 „ 7 „	6.5 „	11 ^h
Neptunus . .	30.110	4501	164 „ 280 „	5.4 „	Ismeretlen

N é v	Átmérő		Lapultság	Tér- fogat	Tömeg	Közép- sűrű- ség
	a Föld átmérőjé- ben kifejezve	km.-ben kifejezve				
a Földét egységül véve						
Merkur . . .	0.37	4,900	0	0.05	0.06	1.10
Venus	0.97	12,300	0	0.90	0.82	0.91
Föld	1.00	12,756	$\frac{1}{293}$	1.00	1.00	1.00
Mars	0.54	6,900	?	0.16	0.11	0.69
Jupiter . . .	11.14	142,000	$\frac{1}{17}$	1,360	318.36	0.25
Saturnus . .	9.40	120,000	$\frac{1}{10}$	745	95.22	0.13
Uranus . . .	4.00	50,700	?	63	14.58	0.23
Neptunus . .	4.30	54,400	?	78	17.26	0.22

A BOLYGÓK HOLDJAI.

A bolygók és holdjaik neve	Középtávok a bolygó középpontjától		Ker- gés-idő napok- ban kifejezve	Át- mérő km.- ben	Fé- nyes- ség	A fel- fedez- zés éve
	bolygó- sugarban	km.-ben				
<i>Mars :</i>						
Phobos . .	2.77	9,200	0.319	8.5	12.7	1877
Deimos . .	6.95	23,000	1.262	8.5	12.7	1877
<i>Jupiter :</i>						
1.	5.91	427,000	1.769	3950	5.6	1610
2.	9.40	679,000	3.551	3290	5.7	1610
3.	14.99	1,804,000	7.155	5730	5.0	1610
4.	26.36	1,906,000	16.689	5380	6.3	1610
5.	2.53	184,000	0.498	160	13	1892
6.	160	11,570,000	251	.	14	1904
7.	164	12,070,000	260	.	16	1905
8.	329	23,860,000	739	.	16	1908
9.	351	24,900,000	804	.	19	1914
<i>Saturnus :</i>						
Mimas . .	3.07	181,000	0.942	.	13	1789
Enceladus	3.94	232,000	1.370	.	12	1789
Tethys . .	4.88	288,000	1.888	.	11	1684
Dione . .	6.24	369,000	2.737	.	11	1684
Rhea . . .	8.72	515,000	4.517	.	10	1672
Titan . . .	20.22	1,193,000	15.95	.	9	1655
Themis . .	24.17	1,427,000	20.85	.	18	1900
Hyperion	24.49	1,445,000	21.28	.	14	1848
Japetus . .	58.91	3,476,000	49.33	.	11	1671
Phoebe . .	214.4	12,650,000	550.47	.	17	1898
<i>Uranus :</i>						
Ariel . . .	7.71	177,000	2.520	.	15	1851
Umbriel . .	10.75	249,000	4.144	.	15	1851
Titania . .	17.63	405,000	8.706	.	11	1787
Oberon . .	23.57	542,000	13.463	.	11	1787
<i>Neptunus :</i>						
1.	13.33	454,000	5.877	.	14	1846

VISSZATÉRO ŰSTÖKÖSÖK.

Az üstökös neve	Ker- gés- idő évek- ben	Leg- kisebb	Leg- nagyobb	A fö- lede- zés éve	A visszatérések száma	A legközelebbi napközeli ideje
		távolság a Naptól csillagá- szati egységben				
1. Encke	3.30	0.34	4.09	1786	35	1928 febr.
2. Tempel II. . . .	5.17	1.32	4.87	1873	6	1925 aug.
3. Brorsen I. . . .	5.46	0.59	5.61	1846	4	1928 máj.
4. Tempel-L. Swift	5.68	1.15	5.21	1869	3	1925 okt.
5. Winnecke	5.89	0.97	5.55	1819	9	1927 máj.
6. DeVico-E. Swift	6.40	1.67	5.22	1678	2	1926 szept.
7. Perrine	6.45	1.17	5.76	1896	1	1928 febr.
8. Giacobini	6.51	0.98	6.00	1900	1	1926 okt.
9. Tempel I.	6.54	2.09	4.90	1867	2	1931 máj.
10. D'Arrest	6.54	1.27	5.73	1851	6	1930 ápr.
11. Kopff	6.58	1.70	5.32	1906	1	1926 febr.
12. Finlay	6.66	1.01	6.07	1886	3	1926 jún.
13. Biela	6.69	0.88	6.22	1772	5	1926 ápr.
14. Wolf	6.80	1.59	5.59	1884	4	1925 okt.
15. Holmes	6.86	2.12	5.10	1892	2	1926 okt.
16. Borrelly	6.93	1.40	5.87	1904	2	1925 okt.
17. Brooks	7.10	1.96	5.43	1889	3	1925 márc.
18. Faye	7.44	1.66	5.97	1843	7	1925 júl.
19. Schaumasse . .	7.99	1.17	6.89	1911	1	1927 nov.
20. Tuttle	12.15	1.03	9.54	1790	5	1936 febr.
21. Westphal . . .	61.73	1.25	29.98	1852	1	1975
22. Pons-Brooks . .	71.56	0.48	33.70	1812	1	1955
23. Brorsen II. . . .	72.10	0.49	34.15	1847	1	1991
24. Olbers	72.65	1.20	33.65	1815	1	1960
25. Halley	76.02	0.59	35.32	K. e. 240	23	1986

HULLÓCSILLAG-RAJOK.

A raj neve	Megjelenés ideje	Radiáns pont koordinátái		Fel-tűné-sük	El-tűné-sük	Levegőben megtett útjuk középtér-ékben	Közepes sebességük másodpercenként
		α	δ				
		°	°	km	km	km	km
Bootidák . .	január 1—4	230	+52	101	80	105	37
Lyridák . . .	április 18—24	271	+33	132	83	92	53
Virginidák .	április	209	— 8	99	77	96	30
Scorpionidák	jún.—júl. 8	252	—22	95	69	158	26
Capricornidák	júl. 15—aug. 1	305	—11	98	72	71	24
Perseidák . .	júl. 18—aug. 15	45	+57	131	86	77	62
Aquaridák .	júl. 28—aug. 11	339	—11	99	76	106	30
β Piscidák .	szeptember	346	+ 3	116	62	133	31
Arietidák . .	október	több		126	60	122	31
Tauridák . .	november	"		114	70	99	39
Leonidák . .	nov. 12—17	151	+23	133	89	87	77
Geminidák .	dec. 9—16	110	+33	122	73	96	40

NAP- ÉS HOLDFOGYATKOZÁSOK 1925-BEN.

1925-ben két nap- és két holdfogyatkozás áll be.

1. Teljes napfogyatkozás 1925 január 24-én.

1925 január 24-én 15 ó. 6 p. 24.7 mp. világidőben a Nap, a Hold és Föld centrumai közel egy egyenesben lesznek. E pillanatban

a Nap látszó átmérője	32' 29.4"
a Hold „ „	33' 10.8"

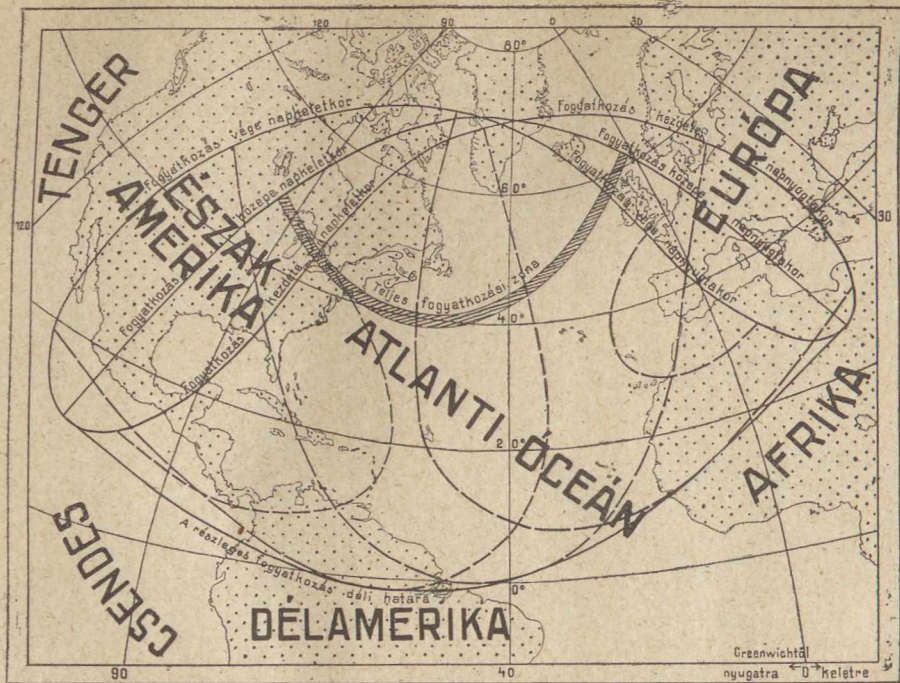
és ezért teljes napfogyatkozásnak kell beállnia. Az együttállás pillanatában

a Nap és a Hold egyenes emelkedése 20 ó. 25 p. 53.66 mp.	
a Nap deklinációja	—19° 13' 37.1"
a Hold „ „	—18° 20' 26.5"
a Nap óránkénti mozgása egyenes emelkedésben	10.47 mp.
a Hold óránkénti mozgása egyenes emelkedésben	2 p. 36.89 „
a Nap óránkénti mozgása deklinációban	+0' 36.1"
a Hold óránkénti mozgása deklinációban	+5' 32.5"
a Nap egyenlítői horizontális parallaxisa	8.9"
a Hold egyenlítői horizontális parallaxisa	60' 56.1"

A fogyatkozásnak ezen adatokkal számított fázisai a következők:

A fogyatkozás kezdete általában 1925 jan. 24. 12 ó. 41.4 p.	
a középponti fogyatkozás kezdete „ „ „	14 „ 2.0 „
a középponti fogyatkozás a valódi délben	„ „ „ 15 „ 6.4 „
a középponti fogyatkozás vége . „ „ „	15 „ 45.0 „
a fogyatkozás vége általában . „ „ „	17 „ 5.8 „

világidőben.



1925 évi január 24-iki napfogyatkozás.

A fogyatkozás lefolyását feltüntető ábra szerint a Hold árnyékkúpja a fogyatkozás kezdetekor azon helyen lép a Földre, melynek Greenwich-től számított nyugati hosszkülönbség $88^{\circ} 2'$, földrajzi szélessége $+24^{\circ} 43'$; a középponti fogyatkozás kezdete a $\lambda = +94^{\circ} 24'$ és $\varphi = +48^{\circ} 18'$, vége a $\lambda = +3^{\circ} 5'$ és $\varphi = +61^{\circ} 28'$ koordinátákkal adott helyen történik; végül azon hely fekvése, melynél a Hold árnyékkúpja a Földről lelép: $\lambda = +0^{\circ} 11'$ és $\varphi = +39^{\circ} 41'$ -cel van megadva.

A teljes fogyatkozás maximális tartama: 2 p. 31.8 mp. Ábránk a teljes fogyatkozás zónáját, valamint a részleges fogyatkozás déli határát feltünteteti. Az ábra szerint a fogyatkozás látható lesz: Észak-Amerika keleti részében, Közép-Amerikában, Dél-Amerika északi, Grönland déli részében, Islandban, Nyugat- és Közép-Európában, valamint Afrika északnyugati részében.

2. Részleges holdfogyatkozás 1925 február 8-án.

1925 február 8-án 21 ó. 26 p. 28.8 mp.-kor világidőben a Nap és Hold oppozícióba jut. E pillanatban:

a Nap egyenes emelkedése . . .	21 ó. 28 p. 12.31 mp.
a Hold " " " " " " " " " " " "	9 " 28 p. 12.31 "
a Nap deklinációja	$-14^{\circ} 56'$ 2.9"
a Hold " " " " " " " " " " " "	$+15^{\circ} 29'$ 21.2"
a Nap átmérője	32" 25.2"
a Hold " " " " " " " " " " " "	29" 54.6"

a fogyatkozás kezdete 1925 február 8-án 20 ó. 8.6 p.

" " közepe " " " 21 " 42.0 "

" " vége " " " 23 " 15.4 " világ-

időkor.

A fogyatkozás kezdetekor és végén a Hold azon helyek zenitjében áll, melyeknek földrajzi koordinátái:

$\lambda = +299^{\circ} 10'$ (Gr.-tól nyugatra) és $\varphi = +15^{\circ} 38'$

$\lambda = +344^{\circ} 24'$ (" ") " $\varphi = +15^{\circ} 17'$

A holdátmérő részeiben kifejezve a fogyatkozás nagysága: 0.735.

A fogyatkozás kezdete látható: a Csendes-Oceán nyugati és Ausztrália nyugati részében, az Indiai-Oceánon, Afrikában és az Atlanti-Oceán keleti részén; vége pedig Ázsiában, az Indiai-Oceánon, Európában, Afrikában, az Atlanti-Oceánon, Dél-Amerikában és Észak-Amerika keleti részén észlelhető.

3. Gyűrűs napfogyatkozás 1925 július 20–21-én.

1925 július 20-án 21 ó. 56 p., 44.6 mp. világidőkor Nap és Hold rektaaszcenzióban együttállásba jut. E pillanatban:

a Nap látszó átmérője	31' 28.8"
a Hold " "	29' 22.8"

és ezért gyűrűs fogyatkozásnak kell beállnia. A fogyatkozás egyéb elemei a középponti fedés pillanatában a következők:

a Nap és Hold egyenes emelkedése	= 7 ó. 58 p. 47.29 mp.,
a Nap deklinációja	+ 20° 38' 39.2"
a Hold " "	+ 19° 59' 44.8"
a Nap óránkénti mozgása <i>AR</i> -ben	10.00 mp.,
a Hold " " " "	2 p. 5.20 "
a Nap " " " <i>Dekl.</i> -ban	— 0° 28.2"
a Hold " " " "	— 3° 9.1"
a fogyatkozás kezdete általában	19 ó. 3.3 p.
1925 júl. 20-án	
a középponti fogyatkozás kezdete	20 " 26.0 "
1925 júl. 20-án	
a középponti fogyatkozás valódi	21 " 56.7 "
délben 1925 júl. 20-án	
a középponti fogyatkozás vége	23 " 10.3 "
1925 júl. 20-án	
a fogyatkozás vége általában	0 " 33.1 " világ-
1925 júl. 21-én	

időkor következik be.

A fogyatkozás kezdete a $\lambda = +186^\circ 13'$ (*Gr*-től nyugatra) és $\varphi = -20^\circ 24'$, a középponti fogyatkozás kezdete a $\lambda = +198^\circ 8'$ és $\varphi = -37^\circ 32'$, vége a $\lambda = +100^\circ 17'$ és $\varphi = -47^\circ 29'$, végül vége általában a $\lambda = +109^\circ 44'$ és $\varphi = -30^\circ 51'$ földrajzi koordinátákkal megadott földfelületi helyeken lesz észlelhető.

A fogyatkozás látható a Csendes-tengeren, Újzeelandban és Kelet-Ausztráliában.

4. Részleges holdfogyatkozás 1925 augusztus 4-én.

1925 aug. 4-én 11 ó. 40 p., 41.9 mp. világidőkor Nap és Hold rektaaszcenzióban oppozícióba jut egymással. E pillanatban:

a Nap egyenes emelkedése	8 ó. 56 p. 2.62 mp.,
a Hold " "	20 " 56 " 2.62 "
a Nap deklinációja "	+ 17° 19' 28.8"
a Hold " "	— 17° 58' 8.6"
a Nap látszó átmérője	31' 32.0"
a Hold " "	33' 21.2"

és ezért részleges fogyatkozás áll be.

Ennek kezdete 1925 aug. 4-én . . .	10 6. 27.4 p.
közepe " " " . . .	11 " 52.6 "
vége " " " . . .	13 " 17.6 "

világidőkor történik.

A fogyatkozás kezdetén és végén a Hold azon helyek zenitjében áll, amelyeknek földrajzi koordinátái:

$$\begin{aligned}\lambda &= +156^{\circ} 7' & \varphi &= -18^{\circ} 7' \\ &= +196^{\circ} 56' & &= -17^{\circ} 46'\end{aligned}$$

Kezdeté Észak-Amerika és Dél-Amerika nyugati részén, a Csendes-Oceánon, Ausztráliában és Ázsia északkeleti részein, vége a Csendes-Tengeren, Ausztráliában, Kelet-Ázsiában és az Indiai-Oceánon lesz látható.

Maximális fázisakor a Holdnak sugarában kifejezett 0.751-ed része sötétül el.

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1925.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fényrendje	A. R. 1925.0	Dekl. 1925.0
			<i>h m s</i>	<i>° ' "</i>
1	α Andromedae (Sirah)	2.4	0 4 30	+ 28 40 35
2	β Cassiopeiae	2.6	0 5 10	+ 58 44 10
3	γ Pegasi	3.8	0 9 22	+ 14 46 0
4	α Cassiopeiae (Schedir)	változó	0 36 14	+ 56 7 35
5	β Ceti	2.2	0 39 49	- 18 23 53
6	γ Cassiopeiae	2.6	0 52 10	+ 60 18 39
7	β Andromedae (Mirah)	2.3	1 5 32	+ 35 13 24
8	γ Cassiopeiae	3.0	1 20 54	+ 59 50 46
9	α Ursae minoris (Polaris)	2.0	1 34 13	+ 88 54 11
10	β Arietis	3.0	1 50 29	+ 20 26 31
11	γ Andromedae (Alamah)	2.4	1 59 17	+ 41 58 14
12	α Arietis (Hamal)	2.2	2 2 56	+ 23 6 31
13	α Ceti (Menhar)	2.9	2 58 21	+ 3 47 47
14	β Persei (Algol)	változó	3 3 17	+ 40 40 4
15	α Persei (Algenib)	2.2	3 18 58	+ 49 35 44
16	λ Tauri	változó	3 56 31	+ 12 16 46
17	α Tauri (Aldebaran)	1.1	4 31 37	+ 16 21 35
18	ι Aurigae	2.8	4 52 6	+ 33 2 56
19	β Eridani	3.1	5 4 10	- 5 10 56
20	β Orionis (Rigel)	0.4	5 10 56	- 8 17 14
21	α Aurigae (Capella)	0.4	5 11 9	+ 45 55 24
22	γ Orionis (Bellatrix)	2.1	5 21 6	+ 6 16 58
23	β Tauri (Nath)	2.0	5 21 33	+ 28 42 44
24	δ Orionis	2.2	5 28 10	- 0 21 13
25	α Leporis	2.6	5 29 25	- 17 52 30
26	ϵ Orionis	1.9	5 32 24	- 1 14 55
27	χ Orionis	2.6	5 44 11	- 9 41 43
28	α Orionis (Betelgeuze)	0.9	5 51 7	+ 7 23 40
29	β Aurigae	2.2	5 54 2	+ 44 56 29
30	δ Aurigae	3.9	5 54 36	+ 37 12 32

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1925.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	A. R. 1925.0	Dekl. 1925.0
			<i>h m s</i>	<i>° ' "</i>
31	β Canis majoris	2.0	6 19 24	- 17 55 4
32	γ Geminorum	1.9	6 33 23	+ 16 27 53
33	α Canis maioris (Sirius) . .	- 1.6	6 41 51	- 16 36 44
34	δ Canis maioris	2.3	7 5 20	- 26 16 24
35	β Canis minoris	3.2	7 23 5	+ 8 26 30
36	α Geminorum (Castor) . . .	1.9	7 29 49	+ 32 3 17
37	α Canis minoris (Prokyon) .	0.7	7 35 23	+ 5 25 6
38	β Geminorum (Pollux) . . .	1.5	7 40 44	+ 28 12 31
39	α Hydrae (Alphard)	2.3	9 23 54	- 8 19 58
40	α Leonis (Regulus)	1.7	10 4 23	+ 12 20 4
41	β Ursae majoris (Merah) . .	2.6	10 57 20	+ 56 47 5
42	α Ursae maioris (Dubhe) . .	2.0	10 59 7	+ 62 9 22
43	δ Leonis	2.9	11 10 7	+ 20 56 6
44	β Leonis (Denebola)	2.6	11 45 14	+ 14 59 29
45	γ Ursae maioris (Plekda) .	2.7	11 49 54	+ 54 6 42
46	δ Corvi	2.8	12 25 59	- 16 5 53
47	β Corvi	2.6	12 30 26	- 22 58 56
48	ϵ Ursae maioris (Alioth) . .	2.1	12 50 44	+ 56 22 0
49	ϵ Virginis	3.1	12 58 27	+ 11 21 43
50	ζ Ursae maioris (Mizar) . .	2.4	13 20 54	+ 55 19 0
51	α Virginis (Spica)	1.2	13 21 14	- 10 46 13
52	η Ursae maioris (Benetnash)	2.2	13 44 35	+ 49 41 13
53	η Bootis	3.1	13 51 7	+ 18 46 23
54	α Bootis (Arcturus)	0.2	14 12 14	+ 19 34 20
55	α Librae	2.7	14 46 44	- 15 43 52
56	β Ursae minoris (Kohab) . .	2.2	14 50 54	+ 74 27 43
57	β Librae (Kiffa)	3.0	15 12 58	- 9 6 26
58	α Coronae borcalis (Gemma)	2.6	15 31 31	+ 26 57 58
59	α Serpentis	2.9	15 40 34	+ 6 39 48
60	δ Scorpïi	2.3	15 55 54	- 22 24 35

A fényesebb fundamentális csillagok középhelyei 1925.0-ra.

Sorszám	A csillag neve	Fény- rendje	A. R. 1925.0	Dekl. 1925.0
			<i>h m s</i>	<i>° ' "</i>
61	β Scorpii	2.6	16 1 4	-19 36 5
62	δ Ophiuchi	2.8	16 10 25	- 3 30 9
63	η Draconis	3.0	16 22 58	+61 41 1
64	α Scorpii (Antares)	1.2	16 24 48	-26 16 1
65	β Herculis (Ruticulus) . . .	3.0	16 26 30	+21 39 7
66	ζ Ophiuchi	2.9	16 33 2	-10 24 59
67	η Ophiuchi	2.4	17 6 4	-15 38 0
68	α Herculis (Ras Algethi) . .	változó	17 11 14	+14 28 29
69	α Ophiuchi (Ras Alhague) . .	2.5	17 31 27	+12 36 48
70	β Ophiuchi	3.1	17 39 46	+ 4 35 59
71	γ Draconis	2.5	17 54 52	+51 29 50
72	α Lyrae (Wega)	0.1	18 34 24	+38 42 47
73	σ Sagittarii	2.1	18 50 37	-26 23 29
74	λ Aquilae	3.3	19 2 16	- 4 59 47
75	δ Cygni	3.2	19 42 38	+44 56 49
76	γ Aquilae	3.1	19 42 42	+10 25 46
77	α Aquilae (Athair)	1.1	19 47 7	+ 8 40 9
78	γ Cygni	2.5	20 19 32	+40 0 57
79	α Cygni (Deneb)	1.6	20 38 52	+45 0 42
80	ε Cygni	2,7	20 43 11	+33 41 19
81	α Cephei (Alderanim)	2.8	21 16 47	+62 16 3
82	ε Pegasi (Enif)	2.7	21 40 30	+ 9 31 49
83	α Pisc. australis (Fomalhaut)	1.2	22 53 31	-30 1 19
84	β Pegasi	2.4	23 0 8	+27 40 32
85	α Pegasi (Markab)	3.2	23 1 1	+14 48 5

Látzó csillaghelyek 1925-re.

1925	α Andro- medae	β Andro- medae	α Arietis	α Persei	α Tauri	α Aurigae	α Canis maioris
	0h 4m	1h 5m	2h 2m	3h 18m	4h 31m	5h 11m	6h 41m
	s	s	s	s	s	s	s
Január 0.	29.7	31.3	56.3	58.2	37.3	9.6	51.3
15.	29.5	31.0	56.1	57.9	37.2	9.5	51.3
30.	29.3	30.8	55.9	57.6	37.1	9.4	51.3
Február 14.	29.2	30.6	55.7	57.2	36.9	9.1	51.2
Március 1.	29.1	30.4	55.5	56.8	36.6	8.8	51.0
Március 16.	29.0	30.2	55.3	56.4	36.3	8.4	50.6
31.	29.1	30.2	55.2	56.1	36.1	8.0	50.4
Április 15.	29.3	30.3	55.2	56.0	35.9	7.7	50.1
30.	29.6	30.5	55.3	56.0	35.8	7.4	49.8
Május 15.	30.0	30.8	55.5	56.1	35.8	7.3	49.7
Május 30.	30.4	31.3	55.8	56.4	35.9	7.4	49.6
Június 14.	30.9	31.8	56.2	56.7	36.1	7.6	49.6
29.	31.4	32.3	56.7	57.3	36.4	7.9	49.6
Július 14.	31.9	32.8	57.2	57.8	36.7	8.3	49.8
29.	32.4	33.3	57.7	58.5	37.2	8.8	50.0
Augusztus 13.	32.7	33.8	58.0	59.1	37.6	9.4	50.3
28.	33.0	34.2	58.6	59.8	38.1	10.0	50.7
Szeptemb. 12.	33.2	34.5	58.9	60.3	38.5	10.6	51.0
27.	33.3	34.7	59.2	60.9	38.9	11.2	51.5
Október 12.	33.3	34.9	59.4	61.3	39.3	11.8	52.0
Október 27.	33.3	34.9	59.6	61.7	39.7	12.3	52.4
November 11.	33.2	34.8	59.7	62.0	40.0	12.8	52.8
26.	33.0	34.8	59.7	62.2	40.3	13.2	53.2
December 11.	32.8	34.6	59.6	62.2	40.4	13.5	53.4
26.	32.6	34.4	59.6	62.1	40.5	13.7	53.7

Látzó csillaghelyek 1925-re.

1925		α Canis minoris	α Hydrae	α Leonis	α Ursae maioris	γ Ursae maioris	α Virginis	α Bootis
		7h 35 ^m	9h 23 ^m	10h 4 ^m	10h 59 ^m	11h 49 ^m	13h 21 ^m	14h 12 ^m
		s	s	s	s	s	s	s
Január	0.	23.1	54.5	22.8	6.3	52.7	13.4	13.0
	15.	23.3	54.8	23.2	7.0	53.4	13.9	13.4
	30.	23.4	55.0	23.5	7.8	54.0	14.3	14.0
Február	14.	23.3	55.1	23.7	8.2	54.5	14.8	14.4
Március	1.	23.2	55.2	23.7	8.6	54.9	15.1	14.8
Március	16.	23.0	55.1	23.7	8.6	55.3	15.4	15.1
	31.	22.8	54.9	23.6	8.5	55.1	15.6	15.4
Április	15.	22.5	54.7	23.5	8.2	55.0	15.7	15.5
	30.	22.3	54.5	23.3	7.8	54.8	15.8	15.6
Május	15.	22.1	54.3	23.1	7.3	54.5	15.7	15.7
Május	30.	22.0	54.1	22.9	6.8	54.1	15.7	15.7
Június	14.	22.0	53.9	22.7	6.3	53.7	15.6	15.6
	29.	22.0	53.8	22.6	5.8	53.4	15.5	15.5
	29.	22.0	53.8	22.5	5.4	53.1	15.3	15.3
Július	29.	22.2	53.8	22.5	5.2	52.8	15.1	15.1
Augusztus	13.	22.5	53.9	22.5	5.1	52.6	14.9	14.9
	28.	22.8	54.0	22.6	5.0	52.4	14.7	14.7
Szeptemb.	12.	23.1	54.2	22.7	5.2	52.4	14.6	14.5
	27.	23.6	54.5	23.0	5.4	52.5	14.5	14.3
Október	12.	24.0	54.9	23.3	5.8	52.7	14.6	14.2
	27.	24.4	55.3	23.6	6.4	53.1	14.7	14.3
November	11.	24.8	55.7	24.1	7.1	53.5	14.9	14.4
	26.	25.3	56.2	24.6	7.9	54.2	15.2	14.6
December	11.	25.6	56.6	25.1	8.8	54.7	15.6	15.0
	26.	26.0	57.1	25.6	9.7	55.6	16.1	15.4

Látzó csillaghelyek 1925-re.

1925	α Coronae borealis	α Hercu- lis	α Lyrae	α Aquilae	α Cygni	α Cephei	α Pegasi
	$15^h 31^m$	$17^h 11^m$	$18^h 34^m$	$19^h 47^m$	$20^h 38^m$	$21^h 16^m$	$23^h 1^m$
	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>s</i>	<i>s</i>
Január 0.	28.9	11.6	21.7	5.4	50.6	45.5	0.2
15.	29.3	11.9	21.8	5.6	50.6	45.2	0.1
30.	29.8	12.3	22.2	5.8	50.6	45.0	0.0
Február 14.	30.3	12.7	22.6	6.0	50.7	45.1	0.0
Március 1.	30.8	13.1	23.0	6.3	51.0	45.3	0.0
Március 16.	31.2	13.5	23.4	6.7	51.4	45.7	0.1
31.	31.6	14.0	24.0	7.0	51.8	46.3	0.3
Április 15.	31.9	14.4	24.4	7.4	52.3	46.8	0.5
30.	32.1	14.8	24.9	8.0	52.8	47.7	0.8
Május 15.	32.3	15.0	25.3	8.3	53.4	48.5	1.3
Május 30.	32.3	15.2	25.7	8.7	53.9	49.2	1.8
Június 14.	32.3	15.4	25.9	9.1	54.4	49.9	2.2
29.	32.2	15.5	26.1	9.4	54.8	50.5	2.6
Július 14.	32.1	15.5	26.2	9.6	55.1	50.9	3.1
29.	31.9	15.4	26.1	9.7	55.2	51.1	3.4
Augusztus 13.	31.6	15.2	26.0	9.7	55.1	51.2	3.7
28.	31.3	15.0	25.7	9.6	55.1	51.1	3.9
Szeptemb. 12.	31.1	14.7	25.5	9.4	54.8	50.8	4.0
27.	30.8	14.4	25.0	9.2	54.6	50.4	4.0
Október 12.	30.6	14.1	24.6	8.9	54.2	49.8	3.9
Október 27.	30.5	13.9	24.2	8.7	53.8	49.2	3.8
November 11.	30.4	13.8	23.9	8.5	53.4	48.5	3.6
26.	30.6	13.8	23.7	8.3	53.0	47.9	3.4
December 11.	30.8	13.8	23.6	8.2	52.9	47.3	3.2
26.	31.2	14.1	23.6	8.2	52.5	46.8	3.0

Néhány csillagvizsgáló és egyéb hely földrajzi koordinátája.

Hely	Tengerszín feletti magasság (méterekben)	Földrajzi		Csillag- idő- korrekció
		szélesség	hossz- különbség Greenwich- től	
		° ' "	h m s	s
Adelaide (Dél-Ausztrália) . . .	41	-34 55 38	- 9 14 20	-91.1
Algiers (Algeria, csillagv.) . . .	342	+36 47 50	- 0 12 8	- 2.0
Allegheny (cs.-v., Egyesült- Államok)	370	+40 28 58	+ 5 20 5	+52.6
Arcetri (Firenze melletti cs.-v.)	184	+43 45 14	- 0 45 1	- 7.4
Arequipa (Peru, Harvard- obs. főkjja)	2451	-16 22 28	+ 4 46 12	+47.0
Armagh (Irhon, cs.-v.) . . .	61	+54 21 13	+ 0 26 35	+ 4.4
Athén (cs.-v.)	107	+37 58 20	- 1 34 53	-15.6
Bamberg (cs.-v.)	299	+49 53 6	- 0 43 34	- 7.2
Belgrád (erődcentrum) . . .	130	+44 49 48	- 1 21 49	-13.4
Bergedorf (Hamburg melletti cs.-v.)	35	+53 28 46	- 0 40 58	- 6.7
Berlin-Babelsberg (Új cs.-v.)	82	+52 24 24	- 0 52 25	- 8.6
Berlin (Uránia cs.-v.) . . .	—	+52 31 31	- 0 53 27	- 8.8
Bogota (cs.-v., Columbia) . .	2634	+ 4 35 55	+ 4 56 24	+48.7
Bonn (cs.-v.)	62	+50 43 45	- 0 28 23	- 4.7
Bordeaux (Floiraci cs.-v.) . .	73	+44 50 7	+ 0 2 6	+ 0.3
Brassó (Fötér)	592	+45 38 37	- 1 42 23	-16.8
Breslau (cs.-v.)	147	+51 6 56	- 1 8 9	-11.2
Brüsszel (Uccle-i cs.-v.) . .	105	+50 47 56	- 0 17 26	- 2.9
Budapest (Műegyetemi cs.-v.)	110	+47 28 48	- 1 16 14	-12.5

Hely	Tengerszín feletti magasság (méterekben)	Földrajzi		Csillagidő- korrekció
		szélesség	hossz- különbség Greenwich- től	
		° ' "	h m s	s
Budapest (Tudományegye- temi cs.-v., Múzeum-körút)	131	+47 29 33	- 1 16 15	- 12.5
Budapest (Svábhegyi cs.-v.)	484	+47 29 58	- 1 15 52	- 12.5
Bukarest (Metropolita-temp- lom)	85	+44 25 38	- 1 41 25	- 17.2
Cambridge (Egyetemi cs.-v., Anglia)	28	+52 12 52	- 0 0 23	- 0.1
Cambridge (Harvard-College Observatory, Egy.-Áll.) .	24	+42 22 48	+ 4 44 31	+ 46.7
Cape-obszervatórium (Jóre- ményesség-foka)	13	-33 56 4	- 1 13 55	- 12.1
Cordoba (Obs. Nac., Argent.)	434	-31 25 16	+ 4 16 48	+ 42.2
Debrecen	121	+47 32 0	- 1 26 31	- 14.2
Flagstaff (Lowell-Obs., Egy- Áll.)	2210	+35 12 31	+ 7 26 41	+ 73.4
Frankfurt a Majna mellett (cs.-v.)	121	+50 7 0	- 0 34 36	- 5.7
Genf (cs.-v.)	407	+46 11 59	- 0 24 37	- 4.0
Göttingen (cs.-v.)	161	+51 31 48	- 0 39 46	- 6.5
Greenwich (cs.-v.)	47	+51 28 38	0 0 0	0.0
Groningen (cs.-v.)	4	+53 13 19	- 0 26 15	- 4.3
Győr (plébánia-templom) .	119	+47 41 20	- 1 10 33	- 11.5
Hamburg (Seewarte) . . .	30	+53 32 52	- 0 39 53	- 6.6
Heidelberg (Königstuhli cs.-v.)	570	+49 23 55	- 0 34 53	- 5.7
Helwan (Egyiptom, Khedi- val-Observatory)	119	+29 51 33	- 2 5 22	- 20.6
Herény (Gothard cs.-v.) . .	229	+47 15 47	- 1 6 25	- 10.9

Néhány csillagvizsgáló és egyéb hely földrajzi koordinátája.

Hely	Tengerszín feletti magasság (méterekben)	Földrajzi		Csillagidő- korrekció
		szélesség	hossz- különbség Greenwich- től	
		° ' "	h m s	s
Jena (cs.-v.)	156	+50 55 36	- 0 46 20	- 7.6
Jeruzsálem (Szentsír) . . .	—	+31 46 30	- 2 20 52	- 23.2
Kalocsa (cs.-v.)	117	+46 31 42	- 1 15 54	- 12.5
Kassa (városközep)	211	+48 43 20	- 1 25 3	- 14.2
Kiel (cs.-v.)	52	+54 20 28	- 0 40 35	- 6.7
Kiskartal (cs.-v.)	—	+47 41 55	- 1 18 12	- 12.9
Kolozsvár (plébánia-templ.)	346	+46 46 21	- 1 34 23	- 15.3
Konstantinápoly (Aja-Szofia)	—	+41 0 32	- 1 55 53	- 19.0
Kopenhága (cs.-v.)	14	+55 41 13	- 0 50 19	- 8.3
Königsberg (cs.-v.)	24	+54 42 51	- 1 21 59	- 13.5
Krakó (cs.-v.)	221	+50 3 52	- 1 19 20	- 13.1
Krisztília (cs.-v.)	25	+59 54 44	- 0 42 54	- 7.0
Leiden (cs.-v.)	6	+52 9 20	- 0 17 56	- 3.0
Lipcse (cs.-v.)	119	+51 20 6	- 0 49 34	- 8.1
Lissabon (cs.-v.)	94	+38 42 31	+ 0 36 45	+ 6.0
Lund (cs.-v., Svédorsz.) . .	34	+55 41 52	- 0 52 45	- 8.7
Madison (Washburn-Observ., Egy.-Áll.)	293	+43 4 37	+ 5 57 38	+ 58.8
Madras (India, cs.-v.) . . .	7	+13 4 8	- 5 20 59	- 52.7
Madrid (cs.-v.)	655	+40 24 30	+ 0 14 45	+ 2.4
Marseille (cs.-v.)	75	+43 18 19	- 0 21 35	- 3.6
Milano (Brera-Obs.)	120	+45 27 59	- 0 36 46	- 6.0
Mekka	—	+21 21 —	- 2 40 45	- 26.4
Melbourne (Ausztrália, obsz.)	28	- 37 49 53	- 9 39 54	- 95.3
Meudon (obsz.)	162	+48 48 18	- 0 8 56	- 1.5

Néhány csillagvizsgáló és egyéb hely földrajzi koordinátája.

Hely	Tengerszín feletti magasság (méterekben)	Földrajzi		Csillagidő- korrekció
		szelesség	hossz- különbség Greenwich- től	
		o ' "	h m s	s
Mexiko (Obs. Galileo) . . .	2227	+19 26 1	+ 6 36 27	+ 65.1
Moszkva	142	+55 45 20	- 2 30 17	- 24.7
Mount Hamilton (Lick-Obs., California)	1283	+37 20 26	+ 8 6 35	+ 79.9
Mount Wilson (Solar-Obs. of the Carnegie Inst. of Wa- shington)	1731	+34 13 0	+ 7 52 14	+ 77.6
München (cs.-v.)	529	+48 8 46	- 0 46 26	- 7.6
Nagyszeben (főtéri templom)	427	+45 47 54	- 1 36 38	- 16.7
Nápoly (Capo di Monte obsz.)	164	+40 51 45	- 0 57 2	- 9.4
New-York City (Columbia College, Egy.-Áll.) . . .	25	+40 45 23	+ 4 55 54	+ 48.6
Nizza (cs.-v.)	378	+43 43 17	- 0 29 12	- 4.8
Odessza (Egyetemi cs.-v.) .	55	+46 28 36	- 2 3 2	- 20.2
Ógyalla (cs.-v.)	113	+47 52 27	- 1 12 45	- 12.0
Oxford (Radcliffe-Obs.) . .	65	+51 45 35	+ 0 5 3	+ 0.8
Páris (Nemzeti obsz.) . . .	59	+48 50 11	- 0 9 21	- 1.5
Pécs (plébánia-templom) . .	160	+46 4 25	- 1 12 56	- 12.4
Potsdam (Geodéziai torony)	97	+52 22 55	- 0 52 16	- 8.6
Pozsony (plébánia-templom)	164	+48 8 50	- 1 8 26	- 11.2
Prága (Német egyet. cs.-v.)	197	+50 5 16	- 0 57 40	- 9.5
Pulkowa (cs.-v.)	75	+59 46 19	- 2 1 18	- 19.9
Rio de Janeiro (Nemzeti cs.-v.)	33	- 22 53 41	+ 2 52 54	+ 28.4
Róma (Vatikáni cs.-v.) . . .	100	+41 54 12	- 0 49 48	- 8.2
Róma (Egyetemi cs.-v.) . .	63	+41 53 34	- 0 49 56	- 8.2

Néhány csillagvizsgáló és egyéb hely földrajzi koordinátája.

Hely	Tengerszin feletti magasság (méterekben)	Földrajzi		Csillagidő- korrekció
		szélesség	hossz- különbség Greenwich- től	
		° ' "	h m s	s
San-Fernando (Tengerészeti obsz., Cadix mellett) . . .	31	+36 27 40	+0 24 49	+ 4.1
San-Francisko	—	+37 47 28	+8 9 43	+ 80.5
Santiago de Chile (Új cs.-v.)	519	-33 26 42	+4 42 46	+46.4
Sopron (városi nagytemplom)	212	+47 41 12	-1 6 23	-11.8
Stockholm	44	+59 20 33	-1 12 14	-11.7
Strassburg	144	+48 35 0	-0 31 5	- 5.1
Szeged (kaszárnya előtti tér)	84	+46 15 30	-1 20 34	-13.4
Székesfehérvár (nagyter) . .	111	+47 11 53	-1 13 29	-12.0
Szófia	560	+42 42 0	-1 33 19	-15.3
Szt.-Pétervár (Akadémia) .	20	+59 56 30	-2 1 13	-20.0
Sydney (cs.-v.)	44	-33 51 41	-10 4 50	-99.4
Temesvár (dómtemplom) . .	91	+45 45 36	-1 25 1	-14.1
Tokió (Yeddo)	25	+35 39 18	-9 18 59	-91.8
Toulouse (cs.-v.)	194	+43 36 45	-0 5 51	- 1.0
Upsala (cs.-v.)	21	+59 51 29	-1 10 30	-11.6
Utrecht (cs.-v.)	12	+52 5 10	-0 20 32	- 3.4
Varsó (cs.-v.)	110	+52 13 5	-1 24 7	-13.8
Washington (U. S. Naval-Obs.)	31	+38 53 39	+5 8 12	+50.6
Wien (Egyetemi cs.-v.) . .	240	+48 13 55	-1 5 21	-10.7
Wien (Katonai földr. intézet)	—	+48 12 40	-1 5 26	-10.7
Williams-Bay (Jerkes Obs.)	335	+42 34 13	+5 54 13	+58.2
Zagreb (tér)	118	+45 48 50	-1 3 55	- 9.9
Zô-sè (cs.-v.)	100	+31 5 48	-8 4 45	-79.6
Zürich (Műegyetemi cs.-v.)	468	+47 22 38	-0 34 12	- 5.6

KÜLÖNBÖZŐ ORSZÁGOK NORMÁLIDEJE.

a) A greenwichi meridiánból kiinduló idők.

Greenwich-től	A normálidő neve	Állam neve
keletre		
11 ó. 30 p.	—	Új-Zeeland
10 „ 0 „	Keletausztráliai idő	Victoria, Új-Dél-Wales, Tasmania
9 „ 30 „	—	Dél-Ausztrália, Észak-Ausztrália
9 „ 0 „	—	Japán, Korea
8 „ 0 „	Keletkinai parti idő	Kelet-Khina, Nyugat-Ausztrália, Borneo, Philippin-szigetek
7 „ 0 „	Délkinai parti idő	Dél-Khina, Indokhina
5 „ 30 „	—	Kelet-India, Ceylon
2 „ 30 „	—	Német-Keletafrika
2 „ 0 „	Keleteurópai idő	Finn- és Esztorország, Lengyelország, Bulgária, Románia, Törökország, Egyiptom, Dél-Afrika
1 „ 0 „	Középeurópai idő	Dánia, Svédország, Norvégia, Németország, Luxemburg, Svájc, Olaszország, Ausztria, Csehszlovákia, Magyarország, Jugoszlávia, Német-Délfrika
0 „ 0 „	Nyugateurópai idő	Belgium, Franciaország, Nagybritannia és Írhon, Spanyolország és Portugália, Gibraltár, Algéria
nyugatra		
3 ó. 0 p.	—	Kelet-Brasília
4 „ 0 „	Atlantic St. Time	Közép-Brasília, Kanada (part)
5 „ 0 „	Eastern St. Time	Kanada keleti zónája, Chile, Panama, Peru, Nyugat-Brasília, Egy.-Áll. keleti zónája
6 „ 0 „	Central St. Time	Kanada és Egy.-Áll. középső zónája
7 „ 0 „	Mountain St. Time	Kanada és Egy.-Áll. hegyi zónája
8 „ 0 „	Pacific St. Time	Egy.-Áll. nyug. partja és Brit-Kolumbia
10 „ 30 „	—	Sandwich-szigetek

b) Országos idők.

Állam	Meridián	Greenwichtől hosszkülönbsége
Argentina	Cordoba	- 4 ó. 16 p. 48.2 mp.
Columbia	Bogota	- 4 „ 56 „ 54.2 „
Ecuador	Quito	- 5 „ 14 „ 6.7 „
Görögország	Athén	+ 1 „ 34 „ 52.9 „
Mexico	Mexico	- 6 „ 36 „ 26.7 „
Németalföld	Amsterdam	+ 0 „ 19 „ 32.1 „
Oroszország	Poukowo	+ 2 „ 1 „ 18.6 „
Uruguay	Montevideo	3 „ 44 „ 48.9 „
Venezuela	Caracas	- 4 „ 27 „ 43.6 „

FÜGGELÉK.

A STELLA-ALMANACH CSILLAGÁSZATI TÁBLÁZATAIHOZ.

A Függelékben találjuk a Stella-Almanach csillagászati naptár részét kiegészítő magyarázatokat és a szükséges használati utasításokat. Célszerűnek látszott azonban ezekhez bevezetesként a gömbi csillagászat első alapfogalmait előrebocsátani. (A Függelék I-ső részét e bevezetés, II. részét a csillagászati táblázatok magyarázata képezi.)

I. RÉSZ.

Helymeghatározás a földfelületen.

1. §. *Földrajzi koordináták fogalma.* Nagy közelítéssel gömbalakúnak vehető Földünk egy a középpontján átmenő, egészen meghatározott helyzetű irány, mint tengely körül forog. Ez két pontban, a Föld északi, illetve déli sarkának (pólusának) nevezett pontjában dőfi át a földfelületet. Az általuk kijelölt forgási tengely a földgömb poláris vagy még észak-dél irányú átmérője.

Valamely gömb középpontján átmenő bármely irányú sík két egyenlő részre osztja a gömböt, s minden egyes felező sík a gömb felületén egymással egyenlő nagyságú köröket metsz ki. A felező síkokhoz párhuzamosan álló síkok pedig két egyenlőtlen részre osztják a gömböt, metszésvonalaik a felező körnél annál kisebb körök lesznek, minél távolabbra esnek előbbtől. Ezért nevezzük a felező kört főkörnek. Valamely gömb minden főkörének középpontja tehát összeesik a gömbéével.

A földgömb két sarkán átfektetett különböző helyzetű síkok mindegyike tehát felezi a földgömböt és felületén a sarkokban találkozó főköröket metsz ki. Ezek a földi meridiánok, melyeket még délvonalaknak is nevezünk, mivel irányuk a földfelület bármely helyén az észak-délirányt jelöli ki.

A földi meridiánokra s így egyúttal a Föld forgási tengelyére is merőlegesen álló síkok közül csak az felezheti a földgömböt, mely ennek centrumán halad át. Metszési vonala a Föld felületével ezért oly főkör, melynek minden egyes pontja a föld-

sarkok mindegyikétől egyenlő távolságra van. Ezen, a földfelületet északi és déli féltekére osztó kör neve földi egyenlítő vagy ekvátor; a hozzá párhuzamos köröket röviden paralelköröknek nevezzük.

A földi meridiánok és a paralelkörök egymásra merőlegesen álló körrendszerből álló hálózattal borítják be a földfelületet s mindegyik metszéspontjuk egy-egy helyet jelöl ki rajta. Az egyes metszéspontok helyzete adott, ha ismerjük valamely alapul választott paralelkörtől és valamelyik kiindulásul vett délkörtől való távolát. A paralelkörök közül alapul maga az egyenlítő, mint a paralelkörök legnagyobbika kínálkozik; minthogy azonban minden földi meridián főkör, kiindulásul bármelyikét választhatjuk.

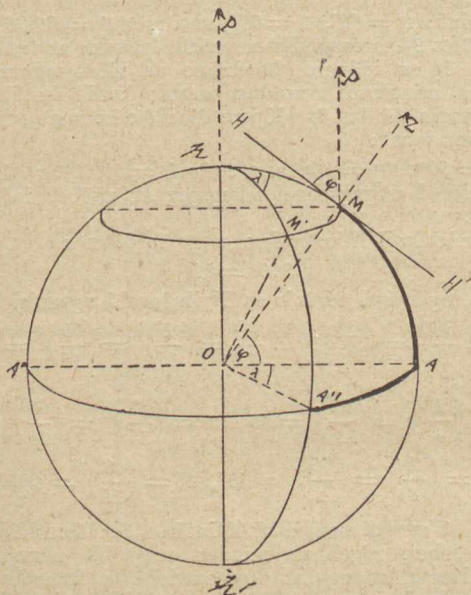
Megállapodván a kezdőmeridián helyzetében, a földfelület bármely pontjának helye az egyenlítőtől és a kezdőmeridiántól számított távolával van adva. Az egyenlítőtől való távolokat a meghatározandó pont délkörének e pont és az egyenlítő közötti ívével mérjük. Ezt a mennyiséget nevezzük földrajzi szélességnek. A meghatározandó pontnak a kiválasztott kezdőmeridiántól való távolát adja az egyenlítőnek a kezdőmeridián és a kérdéses pont meridiánja közti íve. Ezt a mennyiséget nevezzük a kezdőmeridiántól számított földrajzi hosszkülönbségnek. A mondottak megvilágítására az 1-ső ábra szolgál. Ebben pp' egyenes jelenti a földtengelyt, M a földfelület valamelyik pontját, O a Föld középpontját, a rajta átmenő $AA'A'$ sík az egyenlítőt, $pMAp'$ félkör az M pont meridiánját és $pM'A''p'$ félkör pedig a kezdőmeridiánt, végül MM' pontokon átmenő kör M pont paralelkörét.

M pont földrajzi szélessége a rajta átmenő $pMAp'$ délkör AM íve; M pontnak a kezdőmeridiánra vonatkoztatott földrajzi hosszkülönbsége az egyenlítőnek $A'A$ íve. Mivel az egyes paralelkörök az egyenlítőtől állandó távolságra vannak, nyilvánvaló, hogy ugyanazon paralelkörön fekvő földfelületi pontok egyazon földrajzi szélességgel bírnak; mivel továbbá ugyanazon délkörön fekvő pontok távola a kezdőmeridiántól ugyanaz, az egyazon meridiánon fekvő földfelületi pontok egyenlő földrajzi hosszkülönbséggel bírnak.

Az M pont azonban a déli féltekén is lehet és az egyenlítőtől számított távola ép AM ívvel egyenlő is lehet. Hogy tehát az északi féltekén levő pontok földrajzi szélességét a délin levőktől megkülönböztethessük, az északin levő helyek földrajzi szélességét pozitív (+) előjelűnek, a délin levőket negatív (—) előjelűnek vesszük; a földrajzi szélesség értékét az első esetben az egyenlítőtől az északi sarkig 0 foktól $+90$ fokig, a másodikban az egyenlítőtől a déli sarkig 0 foktól -90 fokig számítjuk. A földrajzi hosszkülönbséget a kezdőmeridiántól keletre negatív előjelűnek, tőle nyugatra pozitív előjelűnek és pedig az első esetben 0 foktól -180° -ig, a másodikban 0 foktól $+180^\circ$ -ig vesszük.

A földrajzi szélesség és a földrajzi hosszkülönbség a földrajzi koordináták. Az előjelekkel ellátott földrajzi koordináták a földfelületnek mindig egy-egy meghatározott pontját jelölik ki.

A Föld középpontjában a φ -vel jelölt $AO M$ szög is meghatározza M pont földrajzi szélességét; a Föld centrumában a λ -val jelölt $A'' O A$ szög, vagy a pólusnál a szintén λ -val jelölt $M' p M$ szög is meghatározza az M és M' pontok meridiánjainak egymástóli távolát. Ezért még φ szög az M pont földrajzi széles-



1. ábra. Földrajzi koordináták.

sége és λ szög ennek földrajzi hosszkülönbsége; azaz a földrajzi koordináták a Föld centrumában levő szögekkel is kifejezhetők. Ezek a megfelelő földfelületi íveknek középponti szögei.

2. §. *A szögek méréséről.* Amint a hosszúság mérésénél egy hosszegységben, a súlymérésnél súlyegységben, pénznemek értékelésénél pénzegységben állapodunk meg, úgy a szögek mérésénél is szögegységben kell megállapodnunk. Az egységyszög fogalmát

különbözőképen értelmezhetjük. Értelmezése végett OA egyenessel O mint középpont körül (1. ábra.) kört írunk le; OA egy teljes körülfordulásával keletkezett szög teljes szög. A teljes kört tetszés-szerinti egyenlő részekre oszthatjuk és egy ilyen rész az egységív, a neki megfelelő középponti szög az egységiszög.

A gyakorlati szögmérésnél egységivül (egységiszögül) választjuk: a) a körkerület 360 -adrészét. Ezen egységiszögnek neve fok; a fok 60 -adrésze az ívperc és az ívpercenek 60 -adrésze az ívmásodperc. Jeleik: $^{\circ}$, $'$, $''$; pl. $236^{\circ} 46' 54''$ (olvasva 236 fok, 46 ívperc, 54 ívmásodperc).

Eszerint: $1^{\circ} = 60'$, $1' = 60''$, azaz még $1^{\circ} = 60.60' = 3600''$. b) a körkerület 24 -ed részét. Ezt nevezzük órának; az óra 60 -adrésze az időperc és az időperc 60 -adrésze az időmásodperc. Jeleik: h , m , s (hora, minutum, secundum szavak kezdő betűi); pl. $15^h 34^m 48^s$ (olvasva 15 óra 34 időperc 48 időmásodperc). Ezen értelmezés szerint tehát:

$$1^h = 60^m, 1^m = 60^s, \text{ azaz még } 1^h = 60.60^s = 3600^s.$$

Az előbbi szögegységet fokegységnek, utóbbit időegységnek is mondjuk.

Fokmértékről időmértékre, vagy fordítva a

$$360^{\circ} = 24^h$$

összefüggés segítségével térünk át. Nyilvánvaló ugyanis, hogy:

$$1^h = \frac{360^{\circ}}{24} = 15^{\circ}, \quad 1^{\circ} = \frac{24^h}{360} = \left(\frac{1}{15}\right)^h = \left(\frac{60}{15}\right)^m = 4^m$$

tehát még:

$$1^m = \left(\frac{1}{4}\right)^{\circ} = \left(\frac{60}{4}\right)' = 15', \quad 1' = \left(\frac{1}{15}\right)^m = \left(\frac{60}{15}\right)^s = 4^s$$

$$1^s = \left(\frac{1}{4}\right)' = \left(\frac{60}{4}\right)'' = 15'', \quad 1'' = \left(\frac{1}{15}\right)^s = 0.067^s.$$

3. §. *A normál meridiánok.* Miután a kezdőmeridián helyzete tetszőleges lehet, régebben minden nagyobb nemzetnek volt kezdőmeridiánja. Az angolok a greenwichi, a franciák a párisi, a németek a berlini, az amerikaiak a washingtoni csillagvizsgáló egyik főműszerének meridiánját használták kezdőmeridiánul. Ezen kívül még a Ferro szigetén átvonuló is szolgált kezdőmeridiánul. Ez utóbbi úgy van rögzítve, hogy a párisitól 20° -nyira nyugatra legyen. Az egyes kezdőmeridiánoknak a greenwichitől való távolság fok és időmértékben a következők:

Berlin . . .	$\lambda = -13^{\circ} 23' 42.0'' = 0^h 53^m 34.8^s$	Gr.-tól keletre
Ferro . . .	$= +17^{\circ} 39' 46.5'' = 1^h 10^m 39.1^s$	" nyugatra
Páris . . .	$= -2^{\circ} 20' 13.5'' = 0^h 9^m 20.9^s$	" keletre
Washington	$= +77^{\circ} 3' 1.5'' = 5^h 8^m 12.1^s$	" nyugatra.

Újabban a csillagászok kezdőmeridiánul kizárólag a greenwichit használják, a zónaidő bevezetésével pedig a gyakorlatban is megtörtént a greenwichi kezdőmeridiánra való egységes áttérés. A 49—53. oldalon levő táblázat adja néhány csillagvizsgáló és város földrajzi szélességét és Greenwich-től számított hosszkülönbségét.

4. §. *Néhány adat a Föld alakjáról.* Gömbalakú Föld esetén a meridiánok és az egyenlítő, mint főkörök egyenlő nagyságúak, azaz egyenlő sugárral bírnak. A Föld közepe, 6370 kilométernyi sugárral, ezek kerülete kerekszámban 40030 kilométernyinek adódik. A Föld középpontjában 1°-nyi szögnek megfelelő főkörmenti ív hossza tehát $\frac{40030}{360}$ km. = 111.2 kilométer,¹ az 1'-nek megfelelő ívé = $\frac{111.2}{60}$ km. = 1.853 km. = 1853 méter, az 1''-nek megfelelő pedig = $\frac{1853}{60}$ m. = 30.8 méter, azaz kereken 31 méter.²

A parallelkörökön egyenlő hosszú íveknek annál nagyobb központi szögek felelnek meg, minél nagyobb a parallelkör földrajzi szélessége; vagyis egyenlő központi szögeknek megfelelő ívek az egyes parallelkörökön a földrajzi szélesség növekedésével kisebbednek, mert a földrajzi szélesség növekedése arányában a parallelkörök sugara kisebbedik. A viszonyokról áttekintést nyújtanak a következő számok:

φ	Parallelkör sugara	1°-nak	1'-nek	1''-nek
		megfelelő ívhossz φ° -nyi parallelkörön		
10°	6273 km.	109.5 km.	1824 méter	30.4 méter
30°	5517 "	96.5 "	1608 "	27 "
50°	4095 "	71.7 "	1194 "	20 "
70°	2179 "	38.2 "	640 "	11 "
90°	0 "	0 "	0 "	0 "

A szélességmeghatározásoknál elkövetett 1''-nyi hiba tehát 31 méternyi észak-dél irányú eltolódást okoz, hosszkülönbség meghatározásnál pedig az 1''-nyi hibának a változó szélesség szerint

¹ A sarkvidékek kikutatására kiküldött expedíciók tehát mindannyiszor, mikor 1—1 fokkal északra haladtak, a jég és hómezők között, mindig 110 kilométernél nagyobb utakat tettek meg.

² A modern csillagászati műszerekkel az ívmásodperc 10-ed, 100-ad, sőt ezredrészét is meg tudjuk mérni. Ez annyit jelent, hogy oly kicsiny szögeket tudunk még mérni, melyeknek csúcsai a Föld középpontjában képzelendők, szárai pedig a földfelületen 3:1 méternyre, 3 deciméternyire, 3 centiméternyire vannak egymástól.

annál kisebb kelet-nyugat irányú eltolódás felel meg, minél nagyobb a földrajzi szélesség.

A közölt adatok gömbalakú földre vonatkoznak sugarát 6370 km.-nek véve. A földi meridiánok geodéziai kiméréséből meg volt állapítható, hogy a Föld poláris tengelyének fele, röviden poláris sugara 6356 kilométer, egyenlítői sugara pedig 6378 km., míg többi sugara e két határ között a pólustól az egyenlítő felé fokozatosan nő. Földünk ezért a sarkainál belapult, egyenlítői kidudorodással bíró gömbszerű test.

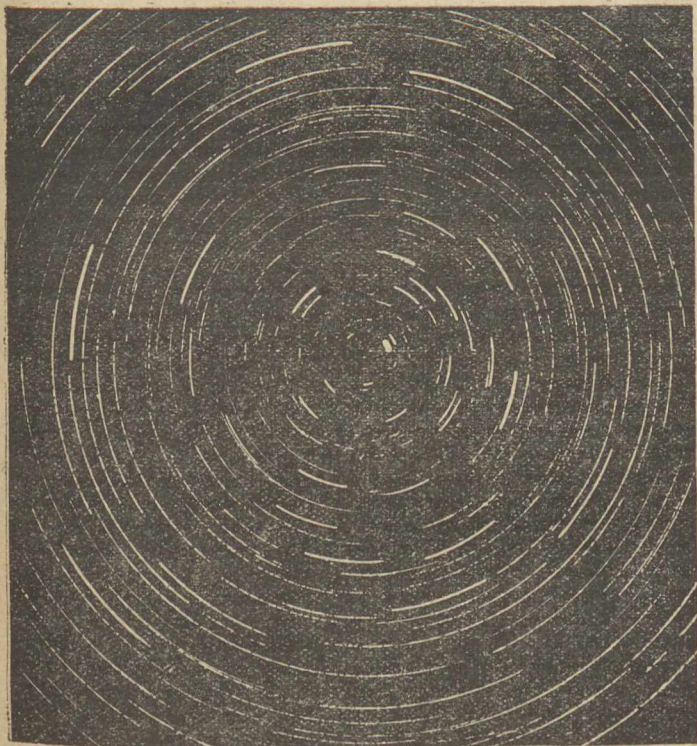
Helymeghatározás az éggömbön.

5. §. *Az éggömb látszó forgása.* A csillagos ég megfigyelése azt a benyomást kelti, mintha az éggömb kelet-nyugat irányban a mozdulatlan helyzetűnek tetsző Föld körül forogna. Az égboltozat látszólagos forgásában tulajdonképen Földünk ellenkező irányú forgása tükröződik vissza.

A csillagos ég látszó forgását a közvetlen szemléletnél jobban feltűntetik különböző égi részekről egy-két óráig tartó kinn-tartással készült fényképfelvételek. Ezeken a csillagok útképei ívalakú vonalaknak mutatkoznak, melyeknek körívalakját a sarkcsillag körüli égi rész felvételei szépen kidomborítják. Ilyen felvétel másolata 2-ik képünk, mely egyszerűsége azt is mutatja, hogy a csillagok látszó pályája közös középponttal bíró (koncentrikus) körök. Ebből nyilvánvalóan következik, hogy az egyes csillagok parallel körökben forognak oly forgási tengely körül, mely a koncentrikus körök közös középpontján halad át. Utóbbi tehát kijelöli az égboltozatnak forgási tengelyével való átdőfési pontját. Ennek ellenpontja az égboltozaton a déli féltéken készült felvétellel jelölhető ki. A kettőt nevezzük az éggömb pólusainak, röviden világpólusoknak, az őket összekötő egyenes irányt, az éggömb forgási tengelyét, világtengelynek.

A legbelsőbb vastag körív a sarkcsillag útképe. A többi csillag útíveinek hossza a sarkcsillagtól való távollal nő, mi egyébként a parallelkörök fogalmából következik. Van tehát utóbbiak között egy az éggömb centrumán át haladó, az éggömböt felező, ezt északi és déli éggömbre osztó parallelkör: neve *világegyenlítő*. Mivel az éggömb látszó forgásában a Föld forgása tükröződik vissza, nyilvánvaló, hogy a Föld forgási tengelye a világtengellyel, a földi egyenlítő síkja a világegyenlítőével esik össze. Az égi pólusok helyzetével így Földünk forgási tengelyének iránya van kijelölve; ha tehát utóbbi helyzete megváltozik, meg kell változnia az égi pólusok helyzetének és a világegyenlítő síkjának is.

Az a körülmény pedig, hogy bárhol álljunk is, magunkat mindig az égboltozat központjában levőnek látjuk, hogy mindenütt a világpóluson és az észlelőn átmenő irány jelöli ki a világtengely irányát, arra mutat, hogy a legnagyobb földi távolság is elenyésző



2. ábra. Az égi szféra forgása.

az állócsillagok távolához. Ezért az égi testek helyzetét nem távolaikkal, hanem azon iránnyal adjuk meg, amelyekben őket az égi szferán látjuk. Ezt az irányt vagy az észlelő földfelületi helyének horizonjára, vagy az ég forgásával kijelölt világegyenlítőre, vagy a Föld napkörüli keringésével meghatározott pályának (eklip-

tika vagy látszó nappályának) síkjára vonatkoztatjuk; beszélhetünk ezért horizontális, egyenlítői vagy ekliptikális koordinátákról.

6. §. *A horizontális koordináták.* Alapsík a Föld felületét az észlelő helyen érintő, tehát e helyen a földugárra merőleges sík, a látszó *horizon* (1. ábrában M pont horizonja HH). Irányát egy szabad és nyugalomban levő folyadék felszíne jelöli ki. Rája az észlelő helyén merőlegesen emelt egyenes az éggömböt az észlelő feletti legmagasabb pontjában dőfi át. Ez az észlelő *zenitpontja* (tetőpontja), ellenpontja az éggömbön a nadir (az 1. ábrában a zenit irányát az OM földugár irányával összeeső MZ irány jelöli ki). A horizonra merőlegesen álló és a zeniten átfektetett síkok mindegyike felezi az éggömböt, mert keresztülhaladnak az égboltozat (együttal a Föld) centrumán is; metszési vonalaik az égboltozaton tehát legnagyobb körök. Ezeket nevezzük *vertikális* vagy *magassági köröknek*. Közülük kettő kiváló; az egyik, amely a földi meridián irányába esik, amelynek síkja tehát átmegy a Föld és így a világpólusokon; a másik amely előbbire merőleges. Az előbbit nevezzük meridiánkörnek, utóbbit első vertikálisnak. A meridiánkörnek a horizonnal való metszéspontjai kijelölik az észlelő horizonjának észak és délpontjait, az első vertikális pedig a horizont kelet- és nyugatpontjait.

A vertikális vagy magassági körökre merőlegesen álló, azaz a horizonhoz párhuzamos körök a horizontális körök. A magassági és a horizontális körök metszéspontjai egy-egy pontot jelölnek ki az égboltozaton. Az egyes metszéspontoknak az égboltozaton elfoglalt helyzete adott, ha ismerjük a horizon feletti magasságát és az észlelő meridiánjától való távolát. Előbbi adatot mérjük a csillagon átmenő magassági körnek a csillag és a horizon közti ívével, utóbbit pedig a horizontnak a meridián délpontja és a csillag magassági köre közti ívével. Az első ívet nevezzük a csillag magasságának, a másodikat azimutjának.

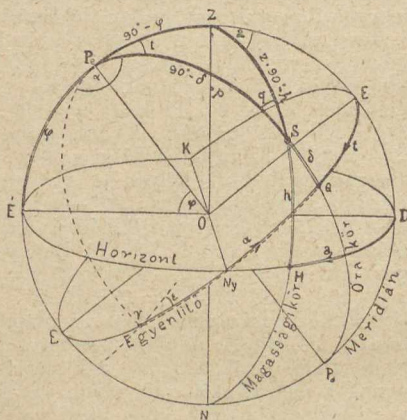
A 3-ik ábra szerint az S csillag magassága a rajta átmenő $ZSHN$ magassági körnek h -val jelölt HS íve; azimutja a horizonnak a -val jelölt DH íve. A csillag magassági körének a zenit (Z) és a csillag közötti íve nyilván adja a csillagnak zenittávolát. Mivel a magassági körnek HSZ íve negyedkör, azaz 90° , nyilvánvaló, hogy: zenittávol (z) + magasság (h) = 90° , azaz $z = 90^\circ - h$. A magasságot a horizonttól kiindulólág a zenit felé 0° -tól + 90° -ig számítjuk, a horizon alatt a horizonttól a nadirig.

Mivel S csillag nem horizontális körön, hanem a $PcPa$ világtengelyre merőlegesen álló, azaz a EE világegyenlítőhöz párhuzal körben mozog kelet-nyugati irányban, az ég egy forgása alatt H pont a horizonon egyszer végigvándorol. Azimutja ezért változik 0° -tól 360° -ig. Mikor a csillag az ég látszó mozgása folytán áthalad a meridiánon, azimutja $a = 0^\circ$. Amikor nyugszik, azimutja legna-

gyobb nyugati, mikor kel azimutja legnagyobb keleti. A nyugat irányú azimutokat 0° -tól $+180^\circ$ -ig, a kelet irányúakat 0° -tól -180° -ig szokás számítani.

Azimut és magasság a csillag horizontális koordinátái.

Nyilvánvaló dolog, hogy a mozdulatlan pólusnak azimutja állandóan 180° . A horizont feletti magassága pedig a rajta átmenő magassági körnek, azaz az észlelő hely meridiánjának a horizon és a pólus közti $\overset{P}{E}P_e$ íve, vagy a világtengelynek a horizonhoz való hajlásszöge: $P_e O \overset{E}{E}$ szög: φ . A pólusnak a horizon feletti magasságát röviden sarkmagasságnak nevezzük. Az első ábrából kitetszik, hogy valamely hely sarkmagassága azonos ennek földrajzi szélességével. Ha délről északi irányban utazunk, a pólus



3. ábra. Égi koordináták.

magassága emelkedik. Ezt a tüneményt már a régi görögök a Föld gömbalakjának igazolására használták fel. A világpólushoz közelálló csillagok magasságváltozása alig vehető észre, a pólustól távolabbra levőké már szembetűnik. A póluskörüli csillagok egész pályája a horizon fölé esik, ezeket tehát legmagasabb és legmélyebb helyzetükben is megfigyelhetjük; előbbi nevezzük felső delelés (azimut $= 0^\circ$), utóbbit alsó delelés ($\alpha = \pm 180^\circ$) pillanatának. Mindazok a csillagok, amelyeknek a pólustól való távolsága nagyobb a sarkmagasságnál, a horizon alá süllyednek, szóval nyugszanak és kelnek; e jelenségből már a régi görögök arra következtettek, hogy a Föld a világtűrben szabadon lebegő test.

Valamely csillag azimutja és magassága ugyanazon a helyen

is folyton változó érték, különböző helyekről egyazon pillanatban nézve különböző értékű. Az észlelő helytől független koordináták:

7. §. *Az egyenlítői koordináták.* Alapsík a világegyenlítő. Ehhez parallel körökben történvén az egyes csillagok mozgása, világos, hogy az egyenlítőtől való távolságuk állandó marad. Ez az állandó távolság tehát az észlelő helyétől független érték s így egyik csillagkoordinátául szolgálhat. E koordináta a csillag deklinációja, amelyet az egyenlítőre merőlegesen álló, a világpólusokon átmenő köröknek — a deklinációs köröknek — a csillag és az egyenlítő közötti ívével mérjük. A 3-ik ábra szerint tehát S csillag deklinációja $P_e S Q P_a$ deklinációs kör δ -val jelölt $Q S$ íve.

A deklinációt a világegyenlítőtől a sarkok felé 0° -tól $\pm 90^\circ$ -ig számítjuk az egyenlítő felett, illetve alatta álló csillag szerint. A világegyenlítőben mozgó csillag deklinációja $\delta = 0^\circ$, a pólusoké $\pm 90^\circ$. Az S csillagnak a pólustól való távolsága deklinációs körének p -vel jelölt $P_e S$ íve. Mivel $P_e S$ ív (p) + $S Q$ ív (δ) = 90° , még $p = 90^\circ - \delta$. Ennek az írásmódnak előnye az, hogy benne negatív deklináció nem fordul elő. Pl. Ha $\delta = -10^\circ$, pólustávolsága: $p = 90^\circ - (-10^\circ) = 90^\circ + 10^\circ = 100^\circ$. A déli pólus pólustávolsága tehát $90^\circ - (90^\circ) = 180^\circ$. Könnyen belátni a 3-ik ábra szerint, hogy a φ sarkmagassággal bíró helyen a világegyenlítőnek a horizonhoz való hajlása, azaz magassága: $90^\circ - \varphi$; vagyis hogy a φ sarkmagassággal bíró helyen a horizon deklinációja $\delta = -(90^\circ - \varphi)$. Pl. Budapest sarkmagassága: $\varphi = 47^\circ 28' 49''$, Budapest horizonjának deklinációja tehát: $\delta = -(90^\circ - 47^\circ 28' 49'') = -42^\circ 31' 11''$ és pólustávolsága: $p = 90^\circ + 42^\circ 31' 11'' = 132^\circ 31' 11''$.

a) Az egyenlítői rendszerben második alapsík a megfigyelő meridiánja szolgálhat. Ez miután merőleges a világegyenlítőre és átmegy a világpólusokon, szinte deklinációs kör. E rendszerben a csillagnak a meridiántól való távolsága az egyenlítőnek a meridián és a csillag deklinációs köre közti ívével van adva, illetve a pólusnál a két kör által képezett szöggel. A csillag ezen koordinátáját nevezzük a csillag óraszögének. A 3-ik ábrában S csillag óraszöge tehát a világegyenlítő t -vel jelölt $E Q$ íve, illetve a pólusnál a t -vel jelölt $Z P_e S$ szög.

Mikor a csillag az éggömb látszó forgása folyamán a meridiánba jut, óraszöge 0° . A következő pillanatban az ég napi mozgása folytán deklinációs körének az egyenlítővel való Q metszéspontja már E -től nyugatra esik s mozog $Q N_y$ irányban, a világegyenlítő síkjában elhelyezett óralap mutatójárásával egyező irányban, míg az ég egy teljes körülfordulása után újból a meridiánba nem jut. Az óraszöget ezért az azimut irányával egyező irányban számítjuk 0° -tól 360° -ig vagy pedig nyugati és keleti irányban 0° -tól $\pm 180^\circ$ -ig, a nyugati óraszöget pozitívnek, a keletit negatívnek véve.

Minthogy az ég egy teljes körülfordulásával, azaz a Földnek általa meghatározott rotációjával a nap hossza van meghatározva, amelyet ugyanazon csillag két egymásután következő felső vagy alsó meridiánátmenete közötti időtartam állapít meg, az óraszög tulajdonképpen jelenti a folyó időt. Ezért szokás az óraszöget időmértékben kifejezni s mivel a nap tartamát 24 órára osztják, azért szokás a szögmérésnél a körkerület 24-edrészét is egységszöggül venni, mint ezt a 2. §-ban tettük. Miután tehát az egyes deklinációs köröknek egymással vagy a meridiánnal bezárta szögek időt jelentenek, a deklinációs köröket óráköröknek is nevezzük.

b) Minden csillag óraszöge, mint folyó időt jelentő mennyiség a dolog természete szerint folyton változik; az egyes csillagoknak különböző meridiánoktól egyazon pillanatban számított óraszögei nyilván a meridiánok hosszkülönbségével különbözhetnek csak egymástól. Minthogy tehát az óraszög nem független az észlelő meridiánjától, minden meridiánra egyaránt érvényes, vagyis az összes meridiánoktól független koordinátát csak akkor kapunk, ha egyik meridiántól sem számítjuk a csillagok távolát az egyenlítőn, hanem ennek egy változatlanul tekinthető pontjától, mivel az égboltozattal együtt forgó pont órákora az egyes csillagok órákoraival állandóan ugyanazt a szöget zárja be. Hipparchos óta az egyenlítőnek azon pontját vesszük alapul, amelyben tavasz kezdetén a Nap áll.

A Nap ugyanis nem parallelkörben mozog, hanem a világ-egyenlítőhöz szög alatt hajló síkon. E síkot nevezzük nappályának vagy ekliptikának. Ez mint legnagyobb kör a világegyenlítőt két pontban, a tavaszi és őszi napéjegyenlőségi pontokban metszi. Ezek közül a tavaszpontot (a 3-ik ábrában a V -vel jelölt pont) választjuk alapul. Az egyenlítőnek a tavaszpont és a csillagok órákora közötti ívei állandó értékűek, vagyis a tavaszponton átmenő órákörnek az egyes csillagok órákoraival a világpólusoknál állandóan ugyanazt a szöget zárják be, minthogy az égi szféra egyes pontjainak egymáshoz viszonyított kölesönös helyzete nem változik meg. Az egyes csillagoknak az egyenlítőn mért és a tavaszponttól számított távolait nevezzük egyenes emelkedésnek vagy rektaaszcenzióknak. A 3-ik ábra szerint S csillag egyenes emelkedése tehát az egyenlítőnek α -val jelölt VQ íve, vagy a pólusnál a VP_0S szög. Irányát az óraszögével ellenkezőnek vagyis a földforgás irányával egyezőnek vesszük, értékét O órától 24 óráig vagy 0° -tól 360° -ig számítjuk.

Az egyenes emelkedés (jele α vagy $A R$ vagy még Rekt.) és a deklináció (jele: δ vagy *Dekl.*) az égi testeknek a megfigyelő helyétől független koordinátái.

A különböző időről.

8. §. *Csillagidő.* Földünk egy forgásának időtartamával megállapított időegység a nap. Mivel az égboltozat látszó mozgása tükörképe Földünk tengelye körüli forgásának, ennek tartama az égboltozat bármely mozdulatlan pontjának két egymásután következő egyértelmű (azaz vagy két felső vagy két alsó) delelése között lefolyt idővel van meghatározva. Ha tehát az ég egy kiválasztott pontjának delelésével kezdjük számítani valamely helyen a nap kezdetét, akkor 0, 1, 2, 3, ... óra akkor van az illető helyen, mikor a kiválasztott pont óraszöge e helyen 0, 1, 2, 3, ... óra. A kiválasztott pont mindenkor óraszöge adja tehát valamely helyen a momentán időt. Aszerint amint az égi szféra különböző pontjait vesszük alapul, jutunk a különböző időkhöz.

A csillagászatban a tavaszpont óraszögével megadott időt nevezzük csillagidőnek, két egymásután következő egyértelmű delelése között eltelt időt csillagnapnak. A láthatatlan tavaszpont óraszöge, vagyis valamely helynek csillagideje bármely pillanatra könnyen meghatározható. A 3-ik ábra szerint valamely helyen a tavaszpont óraszöge vagyis meridiánjától való távolság az egyenlítőnek $VNyQE$ ívével egyenlő (vagy a pólusnál $VPiZ$ szöggel). Ez az ív összetevődik VQ ív $= \alpha$ és QE ív $= t$ ívekből azaz a tavaszpont óraszöge, vagyis a csillagidő (ϑ) egyenlő valamely csillag egyenes emelkedésének és óraszögének összegével, röviden: $\vartheta = \alpha + t$. Ezért minden oly csillag megfigyelésével meghatározható a momentán csillagidő, amelynek α -ja adott. A meghatározás legegyszerűbb esete az, amikor a csillagot meridiánátmenete pillanatában figyeljük meg. E pillanatban óraszöge $t = 0$ lévén, a csillagidő (ϑ) egyenlő a megfigyelt csillag egyenes emelkedésével (α). Például ha 1925 február 9-én α Tauri meridiánmenetét figyeljük meg, amelynek egyenes emelkedése $\alpha = 4^{\circ} 31' 37''$ mp., úgy e csillag delelése pillanatában e napon a csillagidő: $= 4^{\circ} 31' 37''$ mp. a megfigyelés helyén.

A csillagászati efemerisgyűjtemények az égen egyenletesen eloszlott úgynevezett fundamentális csillagoknak nagy pontossággal adják egyenes emelkedését és deklinációját. Ezek a csillagok rektaaszcenzióban negyedóránként és kisebb időközökben következnek egymásra, úgyhogy mindig rendelkezésünkre állnak ismert α -val bíró csillagok. (Kis efemerisgyűjtemény Almanachunk 33—48. oldalán található.)

9. §. *Valódi és középidő.* A nap hosszát ősrégi idők óta a Nap járásával határozzuk meg. A Napnak két egymásután következő egyértelmű delelése között eltelt időt nevezzük napi- vagy valódi napnak, óraszögei adják valamely helyen a valódi időt. A Nap azonban n m fix pontja a szférának, hanem mozog a csil-

lagok között, de sem az egyenlítőn, sem parallelkörön, hanem ehhez szög alatt hajló pályán, az ekliptikán¹ és pedig egyenlőtlen sebességgel. Ezért sem a valódi napok, sem ezek 24-edrészei, a valódi órák nem egyenlők egymás között. Ezen egyenlőtlen órák helyett már egy évszázaddal ezelőtt és még korábban egyenlő hosszú órák használatára tértek át. Ezek pedig meg vannak határozva egy az egyenlítőn egyenletesen mozognak feltételezett, tehát képzelt Napnak, az úgynevezett közép-Napnak óraszögeivel. A képzelt közép-Nap mindenkori delelési ideje valamely helyen adja e hely középdélét, két egymásután következő delelése közötti időtartam a középnapot, óraszögei az illető hely középtidejét.

Mint hogy a valódi Nap járásához igazodik egész polgári életberendezésünk, a középidőt úgy kellett megállapítani, hogy ez a valódi időtől nagyon el ne térjen. Ezért középnapokban az év hossza csak annyi lehet, amennyi ez valódi napokban. A közép-Nap tehát ugyanannyi idő és ugyanannyi számú nap alatt végzi egyenletes mozgással földköri fiktív pályáját az egyenlítőn, amennyi idő és a hány nap alatt a valódi Nap változó sebességgel teszi meg az ekliptikán látszó pályáját. A közép-Nap tehát az egyenlítő tavaszpontjától napról-napra állandó értékkel távolodik el, azaz amíg a tavaszpont rektaaszcenziója változatlanul 0° . 0^p . 0^m . marad, addig a közép-Napé naponta egy állandó értékkel nő. Innen van, hogy a tavaszpont és a közép-Nap delelése közötti idő napról-napra ezzel az állandó értékkel változik meg.

A középidőnek a csillagidőhöz való viszonya egyszerűen adódik. Az év hossza a valódi Napnak a tavaszponton át való kétszer egymásután következő átmenete közötti időtartammal van meghatározva. Középnapokban pedig ugyanennyi lehet csak az év hossza, a földkeringés ideje tehát 365.2422 középnap. Ezen idő alatt a közép-Nap befutja az egyenlítőn a teljes kört, azaz 360° -nyi utat tesz

meg, rektaaszcenziója tehát naponként
$$\frac{360^{\circ}}{365.2422} = 59^{\circ} 8' 3''\text{-cel} =$$

 $3^p. 56.555^m$ -cel növekszik; ezzel az időértékkel ezért nagyobb a középnap a csillagnapnál. Ezért:

¹ Már a régiek is megállapították, hogy a Nap télen alacsonyabban jár mint nyáron, azaz hogy a Nap delelési magasságai napról-napra változnak, amíg a csillagoké változatlan marad, hogy szabályos időközökben (a mai év) ugyanazon delelési magasságai visszatérnek és hogy ekkor ugyanazon csillagok irányában látszik. Ebből következtették, hogy a Nap nem parallelkörön mozog, hanem az egyenlítőhöz hajló körpályán forog a Föld körül, melyet, mivel ezen pályasíkbán történnek a nap- és holdfogyatkozások, ekliptikának neveztek el. Mivel nem a Nap mozog a Föld körül, hanem a Föld kering a Nap körül, ekliptika, nappálya, földpálya ugyanazt a sítot jelentik, azaz azonos fogalmak.

1 középnap = 24 óra 3 perc 56.55 mp. csillagidővel, tehát még:

1 középpóra = (1 óra + 9.856 mp.) csillagidővel.

A középdél így napról-napra 3 p. 56.555 mp. csillagidővel marad el a csillagidődéltől; 10 nap alatt a különbség 39 p. 20.55 mp, 30 nap alatt már 118 p. 1.65 mp., tehát havonként közel 2 óra; 2, 3, 4, . . . hó alatt tehát már 4, 6, 8, . . . órával előzi meg a csillagidődét a középidődelet, egy év alatt pedig egy kerek nappal, amikor újra összeesnek. Csillagnapokban tehát az év hossza egy nappal több, mint középnapokban, azaz

$$366.2422 \text{ csillagnap} = 365.2422 \text{ középnap}$$

$$\text{tehát még} \quad 1 \text{ csillagnap} = \frac{365.2422}{366.2422} \text{ középnap} =$$

$$= 23 \text{ ó. } 56 \text{ p. } 4.09 \text{ mp. középidő}$$

$$\text{és} \quad 1 \text{ csillagidőóra} = (1 \text{ óra} - 9.83 \text{ mp.}) \text{ középidő.}$$

A csillagászati efemerisgyűjtemények az év minden napjára adják a csillagidődél és középdél közti időkülönbséget, a középdél csillagidejét. 1925-től az efemerisek nem a középdélnek, hanem a középfélnék csillagidejét adják. Csillagidőben megadott időpillanatot könnyű ezért átszámítani (Példa 71. oldalon) középidőre.

10. §. *Időegyenlet.* Az ekliptikán változó sebességgel mozgó Nap órákörének az egyenlítővel való metszéspontja hol megelőzi, hol követi az egyenlítőn egyenletes sebességgel haladó képzelt közép-Napot s ezért a valódi dél és a középdél közötti időkülönbség napról-napra változik. A középidő minusz valódi idő különbséget nevezünk időegyenletnek. Ennek naponkénti értékét Almanachunk 2—13. oldalain találjuk. Ismerete azért fontos, hogy a Nap megfigyeléséből számított valódi időt középidőre átszámíthassunk, mert óráink vagy középidő, vagy csillagidő szerint járnak. Az időegyenlet értékével a középidő szerint járó óráink időadatát viszont valódi időre számíthatjuk át.

11. §. *Helyi és zónaidő.* A csillagidő a tavaszpont, a valódi idő a Nap, a középidő a közép-Nap valamely meridiánra vonatkoztatott óraszöge lévén, nyilvánvaló, hogy ugyanazon meridián mentén minden pillanatban egyezik a három idő. Más meridián alatt természetesen az előzőtől különböző értékek lesznek. Ezért ez a három idő helyhez kötött, röviden helyi idő. Minthogy Földünk nyugat-kelet irányban forog, az *A* helytől nyugatra lévő *B* helyen annyiával későbbben delel a tavaszpont, vagy a Nap, vagy a közép-Nap, amennyi idő alatt az ég látszó forgása folytán ezek *A* hely meridiánjától *B* hely meridiánja fölé jutnak. Ez az időkülönbség a nap 24 órájának annyiadrészával egyenlő, a hányadrésze *A B* földrajzi hosszkülönbsége a 360°-nak. Az *A* és *B* különböző meridiánok egyazon pillanatban vett helyi ideinek különbsége egyenlő ezért a két hely földrajzi hosszkülönbségével.

Ha tehát nyugat felé utazunk, azt tapasztaljuk, hogy a kiindulási állomás helyi ideje szerint járó óránk annál jobban siet, minél távolabbra utaztunk; ha pedig kelet felé utazunk, óránk mindinkább késni fog. Ezért a gyakorlati életben a helyi idő használata igen kényelmetlen. Ennek elkerülésére már régebben behozták volt a vasuti időt. Így Magyarországon még nem rég az összes vasuti órák budapesti középido szerint jártak, míg a legtöbb falusi toronyórák más és más helyi idők szerint. A vasuti időnek hátránya az volt, hogy a határállomásokon a különböző vasuti idők különböztek egymástól; sőt egyes nagyobb vasuti központokban annyiféle vasuti idő szerint jártak az órák, ahány vasuti társaság vonalai ott találkoztak. Gyakorlati érdekből ezért még nagyobb területeken hoztak be egységes időt és pedig oly módon, hogy a Föld felületét 24 részre, zónára osztva, mindegyik közepén átvonuló meridián idejét vették az egyes zónák egységes zónaidejéül. A kezdőzóna zónaideje a greenwichi meridián helyi ideje, az első zónáé a Greenwichi meridiántól 15°-nyira keletre, a második, harmadik . . . zónáé a greenwichi meridiántól 30°, 45°, . . . foknyira keletre fekvő meridiánok helyi ideje. A greenwichi idő a nyugateurópai, az első zónáé a közép európai, másodiké a keleteurópai zónaidő. A zónaidő így tehát Greenwichre vonatkozó világido.

A szomszédos zónák zónaideje tehát egy-egy órával különböznek egymástól s mindegyik elméleti szélessége 15°-nyi hossz-különbség. Az egyes zónák elméletileg vett legszélsőbb nyugati illetve keleti szélén a helyi idő a zóna egységes idejéhez tehát egy-egy félórával késik illetve siet. Minthogy az egyes országhatárok nem a földi meridiánok szerint alakulvák, a gyakorlatban a zónaidő az országhatárok alakulata szerint némi eltérést mutat az elméleti beosztástól. A különböző országok normál idejét az 54. oldalon levő táblázat adja.

12. §. *Napkezdés.* A csillagnap tartama a tavaszpontnak, a valódi napé a Napnak, a középnapé a közép-Napnak ugyanazon meridiánon vett két egymás után következő egyértelmű delelése között lefolyt idővel lévén adva, egészen természetes, hogy valamely meridiánban a csillagnap a tavaszpont, a középnap a közép-Nap delelésével kezdődik és hogy a kétfajta nap folyó órái az óraszög természete szerint 0 órától 24 óráig számíttatnak. Míg azonban a csillagido és középido közötti, napról napra állandó értékkel változó különbség miatt a csillagnap kezdete naponként ezen állandó értékkel (3^m 56^s.55) tolódik előre, ami miatt a csillagido a polgári életben nem használható, addig a közép-Nap vagy a valódi Nap delelése pillanatát azért nem vehetjük a polgári életben napkezdetéül, mert a delelöttök dátuma mindig egy-egyessel kisebb volna a délutánokénál.

Gyakorlati, főleg igazságszolgáltatási érdekből azért még a régi rómaiak éjfél-től-éjfélig kezdték számítani a nap tartamát, ez a szokás általánosságban azonban csak egy század óta terjedt el. Valamely helyen a közép-idő tehát mindig 12 órával tér el a közép-Nap óraszögével adta időtől, a zónaidő ezenfelül még a zónaidőnek és az illető hely helyi középidejének különbségével is.

II. RÉSZ.

A csillagászati táblák.

1. *Napefemerisek.* Az Almanach 2—13. oldalain 0 óra világ-idő (= greenwichi középéjféllal) a Nap geocentrumos¹ egyenlítői koordinátáit (α , δ), a csillagidőt és az időegyenlet értékeit adjuk a „Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1925“ adatai szerint. Továbbá adjuk középeurópai időben a Nap keltének, delelésének és lenyugvásának idejét Budapestre számítva.

a) A greenwichi meridiánra és 0 óra világidőre megadott (α , δ) értékekből bármely más meridiánra és minden tetszőleges időpillanatra megkapjuk a Nap egyenlítői koordinátáit, ha a kérdéses pillanatot greenwichi időre számítjuk át és ezen greenwichi időpontra a táblázatok adataiból kiinterpoláljuk a Nap kereszt (α , δ) értékeit.

Példa. Kiszámítandó a Nap egyenes emelkedésének értéke 1925 jan. 25-én 15 ó. 46 p. 14 mp. budapesti közép-időben adott időpontra.

Adott budapesti közép-idő	15 ó. 46 p. 14 mp.
Budapest—Greenwich hosszkülönbsége 1 „ 16 „ 14 ¹ „ (49. oldal szerint)	
greenwichi közép-idő (világidő)	14 ó. 30 p. 0 mp.

A 2. oldal szerint 1925 január 25-én 0 ó. világidőkor a Nap egyenes emelkedése Greenwichben: $\alpha = 20$ ó. 27 p. 27 mp., 26-ára pedig 4 p. 10 mp. = 250 mp.-cel több; α -nak változása január 25-én 0 órától 14.5 óráig tehát $\frac{250^s}{24} \cdot 14.5 = 150.8$ mp. =

2 p. 31 mp. és így 1925 január 25-én 14 ó. 30 p. 0 mp. greenwichi időkor = 1925 január 25-én 15 ó. 46 p. 14 mp. budapesti időkor a Nap egyenes emelkedése: $\alpha = 20$ ó. 27 p. 27 mp. + 2 p. 31 mp. = 20 ó. 29 p. 58 mp.

b) A „csillagidő“ rovat adja 0 ó. világidőre a csillagnap és középnap kezdetei közötti időkülönbséget, vagyis azt az időpillanatot, melyet egy csillagidő szerint szabályozott órának 0 ó. vi-

¹ A Nap, a Hold és a bolygók koordinátáit a Föld középpontjára vonatkoztatjuk, hogy értéküket az úgynevezett parallaktikus eltolódás befolyásától vagyis az észlelő földfelületi helyzetétől függetlenítsük. Ezért nevezzük ezeket geocentrumos koordinátáknak. Az állócsillagok esetén a parallaktikus eltolódás eltűnik, mert a földi méretek a csillagok távolság mellett elenyésznek.

lágidőkor Greenwichben mutatnia kell. Ezt az értéket mindig ismernünk kell akkor, mikor csillagidőt számítunk át középídőre, vagy a fordított esetben.

a) Az adott csillagidőadatból a 0. óra világidőre vonatkozó csillagidőt (ϑ_0) levonva, $\vartheta - \vartheta_0$ különbség napkezdettől, azaz 0. óra világidőtől eltelt időtartam csillagidőben. Mivel az I. rész 9. §. szerint 1 csillagidőóra = (1 óra — 9.83 mp.) középídő, minden csillagidőórából 9.83 mp.-et és minden csillagidőpercből 9.83 mp.-nek 60-ad részét, azaz 0.164 mp.-et kell levonnunk. Mivel azonban ϑ_0 értéke a greenwichi meridiánra vonatkozik, más meridián alatt át kell még redukálni a táblázatok ϑ_0 adatait e meridiánra a 49—53. oldalakon levő táblázat „csillagidő-korrektció”¹ rovatban levő adatokkal.

Példa. Mennyi α Canis minoris budapesti meridiánátmenetekor a budapesti középídő 1925 március 1-én?

A 47. oldal szerint α Canis minoris egyenes emelkedése 1925 március 1-én $\alpha = 7$ ó. 35 p. 23.2 mp. Minthogy pedig az I. 8. §-a szerint valamely csillag meridiánátmenete pillanatában ennek pillanatnyi egyenes emelkedése (α) egyenlő a csillagidővel, azért α Canis minorisnak meridiánátmenetekor 1925 március 1-én a csillagidő $\vartheta = 7$ ó. 35 p. 23.2 mp.

A 4. oldal szerint
1925 márc. 1. Gr.-ben $\vartheta_0 = 10$ ó. 33 p. 7 mp.]

A 49. oldal szerint
 ϑ_0 korrekciója Bp.-re -12.5] $\vartheta_0 = 10$ „ 32 „ 54.5 „
tehát: $\vartheta - \vartheta_0 = 21$ ó. 2 p. 28.7 mp.²

csillagidő.

Redukció középídőre:

$9.83 \times 21 = 206.44 = 3$ p. 26.4 mp.]
 $0.164 \times 2.5 = 0.4$ „] $- 3$ p. 26.8 mp.

és így 1925 március 1-én 7 ó. 35 p. 23.2 mp.

budapesti csillagidő = 20 ó. 59 p. 1.9 mp.

budapesti középídővel (délután 8 ó. 59 p. 2 mp.). A budapesti középídő szerint járó órának α Canis minoris meridiánátmenetekor éppen ennyit kell mutatnia.

¹ E korrekciók értékei egyszerűen adódnak. Ugyanis napról napra a középnap 3 p. 56 555 mp.-cel marad el a csillagnaphoz, 1 óra hosszkülönbségre tehát $\frac{3^m 56.555}{24} = 9.8565$ különbség esik; ha tehát

$\pm \lambda$ valamely hely meridiánjának Greenwich-től számított s órában kifejezett hosszkülönbsége, akkor e helynek a 0 órára szóló „csillagidő” korrekciója $\pm 9.8565 \cdot \lambda$.

² Azon esetben, mikor ϑ értéke kisebb ϑ_0 értékénél, úgy, hogy negatív különbségekkel ne kelljen számolnunk, értékét 24 órával növeljük, mint a jelen esetben is tettük.

Ha az óra többet mutat, akkor siet, ha kevesebbet, úgy késik. A különbséget nevezzük az óra állásának. Ezt nem szokás elkorrigálni, hanem több ízben eszközölt állásmeghatározásból kiszámítjuk az állásnak egy napra eső változását, az óra napi járását. Ha ez nagy, az ingahossznak megfelelő változásával csökkentjük. Jó óra az, melynek járása kicsiny értékkel változik meg. Így a svábhegyi csillagvizsgáló Hosser-féle középidő-órájának

állása volt		v á l t o z á s a	
1924. júl. 12-én délben — 0 p 4.6 mp,		1 napra	
" aug. 2-án " + 0 " 6.5 "	21	nap alatt	+ 11.1 mp., + 0.53 mp.
	23		+ 7.6 " + 0.33 "
	54		+ 12.1 " + 0.22 "
" " 25-én " + 0 " 14.1 "			
" okt. 18-án " + 0 " 24.2 "			

az óra járása tehát a hőmérséklet csökkenésével lassan bár, de fokozatosan kisebbedett. Állandó járás biztosítása végett temperált helyen kell ezért az órákat felállítani.

β) Középidőnek csillagidőre való átszámításánál a középjéftől eltelt, középidőben kifejezett időtartamot előbb csillagidőben fejezzük ki az I. rész 8. §-ában adott 1 középidő-óra = (1 ó. 9.856 mp.) csillagidő összefüggés szerint az által, hogy minden középidő-órához 9.856 mp.-et és minden középidő-perchez a 9.856 mp.-nek 60-ad részét, azaz 0.164 mp.-et adunk. Ezen redukcióval talált értékhez a 0 órára vonatkozó csillagidő (θ_0) értékét adjuk. Az összeg a csillagnap kezdetétől eltelt idő csillagidőben.

Példa. Mennyi 11 óra 46 p., 36 mp. szegedi középidőkor 1925 november 13-án a szegedi csillagidő?

Középidő Szeged	11 ó. 46 p. 36 mp.
redukciója csillagidőre	1 " 56 " ¹
1925 nov. 13-án θ_0 Szeged	3 " 26 " 9 " ²

az adott szegedi középidőnek megfelelő: $\theta = 15 \text{ ó. } 14 \text{ p. } 41 \text{ mp.}$
szegedi csillagidő.

¹ 11 középidő-órának redukciója csillagidő-órára	$9.856 \times 11 = 108.42 \text{ mp.}$
46.6 középidő-percenek redukciója csillagidő-percekre	$0.164 \times 46.6 = 7.64 \text{ "}$

11 óra 46 p., 36 mp. redukciója csillagidőre = 116.06 mp. = 1p. 56 mp.

² 1925. nov. 13-án 0 óra világidőre $\theta_0 = 3 \text{ ó. } 26 \text{ p. } 22 \text{ mp.}$
redukció Szegedre — 13.4 "

0 óra szegedi időre tehát $\theta_0 = 3 \text{ ó. } 26 \text{ p. } 9 \text{ mp.}$

c) Az időegyenlet értékét 0 óra világidőre napról napra adják a táblázatok. Az I. 10. § szerint:

$$\text{középidő } (K_i) - \text{valódi idő } (V_i) = \text{Időegyenlet } (I), \text{ röviden} \\ K_i - V_i = I$$

tehát az időegyenlet értékének ismerete mellett valódi időből $K_i = V_i + I$ szerint számítandó ki a középidő és középidőből $V_i = K_i - I$ alapján a valódi idő.

a) Példa. Mennyi 11 ó. 4 p. 28 mp. pécsi középidőkor a pécsi valódi idő 1925 október 10-én?

$$\begin{array}{lcl} \text{Adott pécsi középidő:} & \dots & K_i = 11 \text{ ó. } 4 \text{ p. } 28 \text{ mp.} \\ \text{Pécs hosszkülönbsége Gr.-től} & - & 1 \text{ „ } 12 \text{ „ } 56 \text{ „ } (52. \text{ oldal szt.}) \\ \text{greenwichi középidő (világidő)} & = & 9 \text{ ó. } 51 \text{ p. } 32 \text{ mp.} \end{array}$$

1925 október 10-én 11. oldal szerint green-
wichi 0 óra középidőre $I = -12 \text{ p. } 46 \text{ mp.}$
és változása 24 óra alatt 5 mp., tehát az idő-
egyenlet változása 1925 október 10-én 0 óra
greenwichi időtől 9 ó. 51 p. 32 mp. gr. időig
 $-2 \frac{5}{4} (9 \text{ ó. } 51 \text{ p. } 32 \text{ mp.}) = -2.1 \text{ „}$

tehát 1925 okt. 10-én 9 ó. 51 p. 32 mp. gr.
idő = 11 ó. 4 p. 28 mp. pécsi középidőkor: $I = -12 \text{ p. } 48 \text{ mp.}$

és így a $V_i = K_i - I$ összefüggés szerint a keresett pécsi valódi idő:
 $11 \text{ ó. } 4 \text{ p. } 28 \text{ mp.} - (-12 \text{ p. } 48 \text{ mp.}) = 11 \text{ ó. } 4 \text{ p. } 28 \text{ mp.} + 12 \text{ p. } 48 \text{ mp.} = 11 \text{ ó. } 17 \text{ p. } 16 \text{ mp.}$

Ha tehát kiszámítani akarjuk a Nap delelése pillanatát valamely napra, akkor mindig ily számítást kell végeznünk.

β) Ha napmagasságok megfigyeléséből vagy egy helyesen felállított napórából meghatároztuk a valódi időt, akkor a fordított feladattal állunk szemben, valódi időből a középidőt kell kiszámítanunk.

Példa. Mennyi 14 ó. 4 p., 52 mp. győri valódi időkor a győri középidő 1925 augusztus 20-án.

$$\begin{array}{lcl} \text{Adott győri valódi idő:} & \dots & V_i = 14 \text{ ó. } 4 \text{ p. } 52 \text{ mp.} \\ \text{Győr hosszkülönbsége Gr.-től} & - & 1 \text{ „ } 10 \text{ „ } 33 \text{ „ } (50 \text{ old. szt.}) \\ \text{greenwichi valódi idő} & \dots & V_{i,g} = 12 \text{ ó. } 54 \text{ p. } 19 \text{ mp.} \end{array}$$

Ehhez kell hozzáadnunk a $K_i = V_i + I$ szerint az időegyenlet

értékét. Azonban az efemerisek adatai greenwichi középidőre vonatkoznak, hogy tehát I értékét a táblázatok adataiból meghatározhatjuk, tulajdonképpen már ismernünk kellene a középidőt. A nehézséget azáltal kerüljük el, hogy az időegyenletnek egy felvett közelítő értékével számítunk. Így 1920 aug. 20-án 0 órakor $I_{20.0} = +3 \text{ p. } 28 \text{ mp.}$, 21-én: $I_{21.0} = +3 \text{ p. } 14 \text{ mp.}$, azaz aug. 20-án az időegyenlet -14 mp. -cel változik meg; félnap alatt tehát -7 mp. -cel. Greenwichi középdélre 1920 aug. 20-án értéke $= +3 \text{ p. } 21 \text{ mp.}$ lesz. Az időegyenlet ezen közelítő értékével a greenwichi valódi időnek ($V_{i,g}$) megfelelő közelítő greenwichi középidő $= 12 \text{ ó. } 54 \text{ p.}$, $19 \text{ mp.} + 3 \text{ p. } 21 \text{ mp.} = 12 \text{ ó. } 57 \text{ p.}$, 40 mp. és az időegyenletnek erre az időpontig való változása $\triangle I = -\frac{1}{2} \frac{1}{4} (12 \text{ ó. } 57 \text{ p. } 40 \text{ mp.}) = -7.6 \text{ mp.}$, tehát erre a pillanatra az időegyenlet értéke: $I = +3 \text{ p. } 28 \text{ mp.} - 7.6 \text{ mp.} = 3 \text{ p. } 20.4 \text{ mp.}$ A felvett és talált időegyenlet-értékek közti kicsiny különbség annak a jele, hogy az időegyenlet felvett közelítő értéke megközelítette helyes értékét (nagyobb eltérés esetén a számítást más értékkel ismételni kell). Ha tehát I értékét V_i -éhez adjuk, kapjuk K_i értékét, azaz $K_i = 12 \text{ ó. } 54 \text{ p. } 19 \text{ mp.} + 3 \text{ p. } 20.4 \text{ mp.} = 12 \text{ ó. } 57 \text{ p. } 39 \text{ mp.}$ az adott győri valódi időnek megfelelő középidő.

Az időegyenlet előjele hol pozitív, hol negatív; előjelének megváltozása az év folyamán négyszer történik, azaz értéke egy év alatt négyszer nulla és pedig április 15-ike, június 13-ika, szeptember 1-seje és december 24-ike körül. Pozitív maximumot február 11-ike körül, negatív maximumot november 2-ika körül ér el. Pozitív maximuma valamivel kisebb, a negatívé valamivel nagyobb egy negyedóránál.

d) A Nap keltének és nyugvásának Budapestre számított adatai a Nap felső korongjára vonatkoznak, a delelés pillanata pedig a napcentrumra.

2. *Holdefemerisek.* Az Almanach 14—25. oldalai 0 óra világidőre (= greenwichi éjféllal) adják a Hold geocentrumos egyenlítői koordinátáinak, egyenlítői horizontális parallaxisának és geocentrumos félátmérőjének értékét az év minden napjára, továbbá Budapestre középeurópai időben a Hold kelte, delelése és nyugvása idejét.

a) Az egyenlítői koordináták értékeit csak kikerekített percekre adtuk.

b) Parallaxis alatt értjük az égitestek helyzetének az észlelő földfelületi helyváltozásából előidézett látszólagos eltolódását. A naprendszer testeinek parallaxisa alatt értjük azt a szöveget, mely alatt az illető test centrumából Földünk sugarát látjuk. Ennek értéke legnagyobb, mikor az illető test a horizontban áll és annál kisebb, minél magasabban áll a test a horizont felett

és minél távolabb van a Földtől. Így a Hold centrumából a Föld sugarát 57'-nyi, a Napéból ellenben csak 8.8"-nyi szög alatt látjuk, azaz a Hold horizontális parallaxisa 57', a Napé 8.8". Minthogy azonban a Föld nem gömb, hanem sarkainál belapult, egyenlítőjénél kidudorodott gömbszerű test, legrövidebb poláris, leghosszabb egyenlítői átmérője. Az a szög, mely alatt a naprendszer tagjainak centrumából a Föld egyenlítői sugarát látjuk, az illető test egyenlítői horizontális parallaxisa. Ennek értéke napról napra változik a Földnek a naprendszer tagjaihoz való változó távolság szerint; legerősebben a Hold esetén.

c) A geocentrikus holdfélatmérő az a szög, mely alatt a Hold félatmérőjét a Föld centrumából látjuk.

A Holdnak egyenlítői horizontális parallaxisát és geocentrikus félatmérőit egyes érdeklődőkre tekintettel adtuk.

3. *Bolygó eferiszek.* A bolygók közül Merkúr, Venus, Mars, Jupiter és Saturnus geocentrikus koordinátáit 12—12 napos időközökre, Uranusét és Neptunéit pedig 30—30 napos időközökre 0 óra világidőre, továbbá Budapestre a bolygók keltének, delelésének és lenyugvásának idejét középeurópai időben adja az Almanach a 27—32. oldalakon.

Utóbbi adatoknak a Napra vonatkozó adatokkal való összehasonlításából megállapítható, hogy az egyes bolygók mikor láthatók. Koordinátáiknak a csillagokéival való összehasonlítása pedig arra tanít, hol keressük őket. A csillagok azonosításához természetesen csillagtérkép szükséges. Az ajánlhatók 215. oldalon vannak felsorolva.

4. A naprendszer tagjainak fontosabb elemeit 33—35. oldalakon találjuk. Az egyes rovatok megjelölése annyira világos, hogy ezen adatok bővebbi magyarázata fölösleges. Az egyes rovatokban a hiányzó adatok azt mutatják, hogy a kérdéses mennyiségek még nincsenek meghatározva.

5. *Visszatérő üstökösök.* A XIV. század végéig Ma Tuan Lin kínai krónikás szerint 380 üstökös volt látható. A XIX. század végéig újabb 106, szabadszemmel észlelhető tűnt fel, a múlt században 80 és a jelen században már 24 ily üstökös jelent meg. A statisztikai adatok szerint tehát a szabadszemmel látható üstökösök száma 600 körül van. Míg tehát a XIX. század végéig átlagban 3—4 évenként egy-egy, vagyis évszázadonként 20—40 üstökös fedeztek fel, addig a XX. századra már 80, a jelen század minden évére átlagban 1—1 szabadszemmel látható üstökös esett. Az évenként megjelenőkének átlagszámát emelik a teleszkópos felfedezések. Ugyanis évenként több, csak távcsövekben látható üstökös is fedeznek fel, szerencsés években hatnál is többet, úgy hogy a jelenleg ismert üstökösök száma 1000 körül van.

Az eddig ismert üstökösöknek mintegy 11—12%-a mozog zárt pályán a Nap körül. Ezek a periódusos vagy visszatérő üstökösök. A 36. oldalon levő táblázat azon 25 visszatérő üstököst sorolja fel, melyek felfedezésüket követő években legalább egyszer tértek vissza. A felsorolt 25 közül 19-nek keringési ideje 8 évnél rövidebb, öté pedig 60 évnél hosszabb. Keringési idejüket a táblázat 2-ik rovata adja az év tizedrészeiben. A táblázat 3-ik és 4-ik rovata adja csillagászati egységben (Nap—Föld távolság, azaz 149,500.000 km.) pályájuknak a Naphoz legközelebbi (perihel-) és a Naptól legtávolabbi (afelium-) távolát; az 5-ik, a felfedezés évét, a 6-ik, az észlelt visszatérések számát, végül a 7-ik, várható legközelebbi napközeli idejét. 1925-ben hat periódusos üstökös visszatérte esedékes és pedig a táblázat 2., 4., 14., 16., 17. és 18. sorszámú üstökösé.

6. *Hullócsillag-rajok.* Hullócsillagok (meteorok, tűzgolyók) részben egyenként, részben rajokban lépnek fel. Fényük nagyon változó. Az egyes hullócsillagok láthatósága különböző. Vannak olyanok, melyek csak egy pillanatra, s olyanok, melyek 4—5 másodpercig is látszanak.

Az egyenként, azaz egymástól függetlenül fellépők az év minden szakában tűnnek fel, de tavasszal gyérebb számban jelennek meg, mint ősszel, továbbá éjfél előtt számuk kisebb, mint éjfél után; átlagban az éjfél előtti órákra 4—6, az éjfél utániakra pedig 12—18 hullócsillag esik.

Ezen sporadikusan megjelenők az ég minden részén tűnnek fel, a rajokban fellépők megjelenési ideje az egymásután következő évek ugyanazon szakára esik és az égnek mindig közel ugyanazon helyén jelennek meg, mindig ennek egy pontjából látszanak kisugározni. A rajokban fellépők tehát periódusosan visszatérők. A 37. oldalon levő táblázat adja a fontosabb hullócsillag-rajok nevét, megjelenésük idejét, kisugárzási (= radians) pontjuk helyzetét, eltűnésük és eltűnésük közepes magasságát, a levegőben megtett útjuk átlagos hosszát és másodpercenkénti közepes sebességüket.

7. *Nap- és holdfogyatkozások 1925-ben.* Az Almanach 38—42. oldalain adjuk 1925. évben beálló nap- és holdfogyatkozások fontosabb elemeit. Ezekhez a következő magyarázatot fűzzük:

Nap- és holdfogyatkozások a Föld és a Hold mozgásából előidézett árnyéktűnemények. A földpálya síkjához $5\frac{1}{2}$ foknyi szög alatt hajló pályán a Föld körül keringő Hold minden keringése folyamán ugyanis két ízben jut igen közel a Nap—Föld középpontjait összekötő irányhoz. Az egyikben holdtölte idején, mikor a Földről nézve a Hold szemben (oppozícióban) áll a Nappal, a másikkban egy félkeringés múltán, holdújulás idejekor, mikor Nap és Hold együttállnak (konjunkció ideje). Ha holdújuláskor a Hold árnyéka

reáesik a Földre, napfogyatkozás és ha holdtöltekor a Hold beletut a Föld árnyékába, holdfogyatkozás áll elő. Ha a Hold pályája összeesné az ekliptikával, minden holdtöltekor teljes holdfogyatkozás lenne, mert a Föld árnyékkúpjának szélessége a Hold távolában még mindig nagyobb a Hold kerületénél, ellenben nem minden újholdkor lenne teljes napfogyatkozás. Ugyanis úgy a Holdnak földközeli, mint a Földnek napközeli pályája ellipszis. Mikor legközelebb állunk a Naphoz, korongjának átmérője $32' 36''$ -nyi, mikor pedig legtávolabb vagyunk tőle, csak $31' 32''$ -nyi szög alatt látszik. Mikor pedig a Hold van hozzánk legközelebb, korongját $33' 33''$ -nyi, mikor meg legtávolabb van tőlünk $29' 26''$ -nyi szög alatt látjuk. A földközeli levő Hold látszó korongja tehát mindig nagyobb, a földtávolban levő Holdé pedig mindig kisebb lévén a Napénál, nyilvánvaló, hogy valahányszor a Hold földközeliében jut együttállásba a Nappal, teljes, mikor pedig földtávolába jut ezzel konjunkcióba, gyűrűs napfogyatkozás állna elő a középponti fődés pillanatában összeeső pályák feltételezése mellett. A gyűrű szélessége a Föld naptávolában: $\frac{1}{2} (31' 32'' - 29' 26'') = 1' 3''$, napközeliében: $\frac{1}{2} (32' 36'' - 29' 26'') = 1' 35''$ -nyi lenne.

A valóságban Holdunk pályája kis szög alatt hajolván az ekliptikához, minden keringése folyamán csak két ízben kerülhet ennek síkjába. Mikor tehát a Hold az ekliptika fölött vagy alatta jár, árnyékkúpja és a Földé egymás mellett terülnek el s sem holdújuláskor, sem holdtöltekor fogyatkozás nem állhat be. Ez az árnyéktünet csak akkor következhetik be, mikor a Hold az ekliptikán halad át, vagy ehhez igen közel mozog. Míg azonban a holdfogyatkozások a Föld mindama helyeiről egyidejűleg láthatók, melyek számára a Hold a láthatár fölött van, addig napfogyatkozásoknál ez nincsen így.

A Hold árnyékkúpjának tengelye, illetve ennek iránya a Hold nyugat-kelet irányú mozgása folyamán kijelöli a Föld felületén azokat a helyeket, amelyek a Nap és a Hold centrumainak egymásután következő fődési irányába esnek. Az árnyékkúp tengelyének a földfelülettel való metszéspontja tehát kijelöli a középponti fogyatkozás görbéjét. Ha az árnyékkúp csúcsa leér a Föld felületére, akkor a fogyatkozás a középponti görbe két oldalán teljes, ha nem, akkor ennek két oldalán gyűrűsnek látszik.

A totalitási zóna szélessége a legkedvezőbb esetben 309 kilométer, a fogyatkozás középponti görbétől északra és délre mintegy 4000–5000 km.-nyi távolságra a fogyatkozás részleges, e határon túl pedig már fogyatkozás nincsen. A 39. oldalon levő kép mutatja az 1925. évi teljes napfogyatkozás zónáját és a részleges napfogyatkozás déli határát. Ha a Hold árnyékkúpjának tengelye a Föld mellett halad el, középponti fogyatkozás nem jöhet létre,

de teljes vagy gyűrűs, feltéve, hogy a Földbe még az árnyékkúp magja esik és részleges, ha ennek csak félárnyéka esik a Földre.

A fogyatkozás természetesen részlegessel kezdődik a Föld ama helyén, amelyen a Föld forgása sebességénél nagyobb sebességgel haladó Hold félárnyékának kúpja egy pillanatra a Földet érinti. E helyre a Nap épen kelőben van. A következő pillanatban az árnyékkúp legmellsőbb, a Földet először érintő alkotója már a Földre lépett és a tőle jobbra-balra lévő alkotó érinti a Földet az első érintkezés két szomszédos helyén, a harmadik, negyedik stb. pillanatban a félárnyékkúp újabb és újabb alkotói érintik a Földnek az első érintkezés pontjától jobbra-balra levő újabb helyeit kelő Nap mellett. A Hold félárnyékkúpjának egyes alkotói így a földfelületen oly görbét jelölnek meg, mely mentén a fogyatkozás kezdete napkelet mellett látják. Amint pedig az félárnyékkúp hátulsó alkotói érintik a Földet, úgy kijelölik ennek azon helyeit, ahol kelő Nap mellett a fogyatkozás végét látják. Ekkor a félárnyékkúp leghátulsó alkotója is már a Földre lépven, a saját és a Föld forgási sebességének különbségével halad tovább, legdélibb és legészakibb alkotói a részleges fogyatkozás legdélibb és legészakibb határait jelölik ki.

Az árnyékkúp miközben végigsuhan a Földön, aközben magjának vonulásával kijelöli a teljes, illetve a gyűrűs fogyatkozás zónáját és félárnyékának legmellsőbb alkotója, mielőtt lelépne a Földről, egy pillanatban érinti ennek valamely pontját. A kilépés helyén tehát nyugvó Nap mellett látják a fogyatkozás kezdetét; a félárnyékkúp szomszédos alkotói kilépésük helyein kijelölik tehát a földfelületen azt a görbét, mely mentén a fogyatkozás kezdetét látják napnyugta mellett, hátulsó alkotói kilépésük helyein meg azt a görbét, mely mentén a fogyatkozás végét látják nyugvó Nap mellett. Ilyen a teljes napfogyatkozás lefolyása általánosságban. Ha azonban a központi fogyatkozás görbéje közel jár valamelyik földi pólushoz, összefolynak a napkelte és napnyugta fogyatkozási határvonalai, a fogyatkozás általános lefolyását feltüntető görbe egy fekvő és meggörbült nyolcas számhoz hasonlít, a részleges fogyatkozás egyik határvonala pedig kiesik a földfelületről, mint ezt a januári fogyatkozás lefolyását feltüntető kép is mutatja.

8. *Néhány állócsillag középhelye és látszóhelye.* Az Almanach 43—45. oldalain adjuk 85 fényesebb csillagnak fényrendjét és 1925. 0 középekvinokciumra vonatkozó egyenlítői koordinátáit, 46—48. oldalain pedig 15—15 napos intervallumokban 21 csillagnak látszóhelyét. Utóbbi adatokból e 21 csillagnak az év bármely napjára érvényes látszóhelyét egyszerű interpolációval határozhatjuk meg. A középhelyek és látszóhelyek részletes értelmezését az 1926. évi Almanachban fogjuk adni.

9. *Földrajzi pozíciók.* Az Almanach 49—53. oldalain csillagvizsgálóknak és néhány magyarországi és külföldi városnak geográfiai pozícióit, azaz tengerszínfeletti magasságát méterekben, földrajzi szélességét szögmértékben, Greenwichől számított hossz-különbségét időmértékben, végül pedig e helyek csillagidő korrekcióit (l. e rész 71. oldalu 1. lábjegyzetet) adjuk.

Ha a földrajzi hossz-különbségek adatait a közép-európai meridiánra akarjuk vonatkoztatni, a táblázat minden adatát —1 órával, ha pedig a ferrói meridiánra — mely térképeknél még ma is használatos — akarjuk őket átrendezni, minden adatot +1 ó. 10 p. 39 mp.-cel kell korrigálnunk.

10. *A különböző országok normálideje.* Az Almanach 54. oldalán adjuk a különböző országok normálidejét. A legtöbb állam bevezette a zónaidő-rendszert, néhány még országos időt használ.

*

A közölt csillagászati táblázatok közül a Napra, a Holdra, a bolygókra vonatkozókat dr. Lassovszky Károly állította össze, a többiek a Függelék írója.

Az efemer-jellegű táblázatok az 1926. évi és a folytatólagos Almanachokban ismétlődni fognak, a nem efemer-jellegűeket más táblázatok fogják helyettesíteni, úgy hogy néhány év múlásával a legfontosabb csillagászati táblázatok Magyarországon is közkincsesé válnak.

II.

BESZÉDEK ÉS TUDOMÁNYOS
ISMERTETŐ KÖZLEMÉNYEK.

Gróf Klebelsberg Kunó

vallás- és közoktatásügyi miniszternek 1923 november 3-án a „Stella“ csillagászati egyesület előkészítő-bizottsága közgyűléséhez intézett szózata.

A magyar művelődés válságáról senki előtt sem beszélnek oly sokat, mint éppen Önök előtt, igen tisztelt uraim, kiknek soraiban sok a mecénás s akiktől sokan tudományos és művészeti törekvéseik felkarolását remélik. Félek, hogy „kultúránk válsága“ éppen gyakori hangoztatása folytán frázissá válik s így a benne rejlő igazság elveszti vonzó és meggyőző erejét; úgy jár, mint a dal, melyet a kintorna megunat. Ezért talán nem végzek felesleges munkát, ha épen én, ki állásomnál fogva mélyebben láthatók be kulturális viszonyainkba és művelődési bajainkba, röviden kifejtem, mi a sok panaszban a valóság s hogy a mentés művében miként kell a munkának megoszolnia az állam és a társadalom között.

A Történelmi Társulatban tüstént a proletárdiktatura bukása után hozzáláttunk a történelmi tudományok restaurálásához, és pedig, bár akkor a politikai élet lármája a közfigyelmet még sokkal inkább lekötötte, mint ma és zsivaja minden más hangot szinte elnyomott, nem minden eredmény nélkül. A mi magyar akciónk már kifejlődőben volt akkor, midőn a németek megalakították a maguk Notgemeinschaft-ját, egy teuton szervező erővel megkon-

cipialt nagy organizációt a német művelődés repedezni kezdő hatalmas épületének megmentésére. Amint az minálunk történni szokott, nyomban felkapták a német Notgemeinschaft jelszavait, pedig a mi helyzetünk a némettől lényeges eltéréseket mutat. A németek gazdasági és művelődési téren a háború előtt elért sikereiket főleg szervezeteiknek s az erők így lehetővé vált tervszerű és nagyarányú egyesítésének köszönhették. Még bizonyára sokunknak él emlékezetében az a szenzációs hatás, melyet a Dresdener Bank és az Aschaffenburger Bank-Verein koncernje révén előállott nagy tőkekoncentráció a gazdasági világban akkor kiváltott. S ez nem volt másképp a kulturális életben sem. Nagy tudományos vállalkozások jöttek létre, melyek körül a kutatók egész csoportja tömörült; sorozatos kiadványok keletkeztek; állami pénzekből és magánosok áldozatkészségéből folyton újabb és újabb tudományos intézményeket alapítottak s ennek az extenzív tudománypolitikának eredményeképpen olyan bőséges irodalmi termelés indult meg, hogy joggal lehetett geistige Überproduktion-ról és Überkultur-ról beszélni. Mikor aztán a német pénzügyek megromlása folytán a nagy kulturális szervezett és termelés anyagi alapjai meginogtak, akkor éppen a szervezet és termelés túl nagy méretei, túlfejlettsége vált a kalamitás fő forrásává. A baj nagyságával szemben a mentésre rendelkezésre álló erők aránylag gyöngének bizonyultak. Ez a német közművelődési válságnak egészen specialis jelleget ad.

Minálunk teljesen más a helyzet, csak a baj forrása: a veszített háború azonos mind a két országban. Minálunk, hol az öncélú kultúrpolitika csak 1867-ben indulhatott meg,

a közművelődési szervezet túlfejlesztettségéről, tudományos túltermelésről a békében sem lehetett komolyan beszélni, ami ma előnyös, mert kulturális apparátusunkat takarékos kormányzás mellett a maradék ország is képes fenntartani s nem kell a közművelődés tanult munkásait létszám- apasztás címén tömegesen elbocsátanunk. Egyetemi tanáraink státusrendzése némileg enyhítette tudósaink anyagi gondjait; de soha el nem hervadó dicsősége marad a magyar intelligenciának, hogy a nagy fizetésemelések előtt, midőn az értelmiség anyagi helyzete valóban tarthatatlanná vált, a maga és a haza sorsán egy pillanatra kétségbe nem esett, hanem példás kötelességtudással dolgozott tovább, miben a nemzeti életerő elemi megnyilatkozását kell látni. A mi kulturális bajainknak is az a fő forrása, ami összes bajainknak kútfeje, hogy elszakították az ország kétharmad-résztét. Ennek csak további következménye, hogy két egyetemünk hajléktalanná vált, hogy elvesztettük gyönyörű kolozsvári klinikáinkat, laboratóriumainknak felszerelését, könyvtárainkat s hogy odaveszett az ógyallai csillagvizsgáló is. Bajainkat tetézték a botor forradalmak s az eszeveszett proletárdiktatura, minek során a rendbontásban és fegyrelombolásban közintézményeink lerongyolódtak, felszerelésüket szétlopkodták s ma a hiányokat méregdrága árak mellett kell kipótolnunk. Közművelődésügyünk különös baja, hogy a háború épen a nagy kulturális építkezéseket befejezetlenül találta; befejezetlenül áll ma is a debreceni klinikai telep, csak nehezen tudjuk befejezni Országos Levéltárunk palotáját a földönfutóvá lett intézmények számára pedig s ezek sorába csillagdánk számára is új hajlékot kell emelnünk. De mindezt el kell végezni, ha művelődésünket

meg akarjuk menteni. Az év elején pár külföldi szakember megtekintette épülő klinikánkat a debreceni Nagyerdőn s mióta ez alkotásunknak ekként híre ment, nem mulik el hónap, hogy ne jönnének külföldiek látogatására. Bizony mondom, hogy a művelt külföld szemében a debreceni klinikai építkezés jobb propaganda, mint a célzatosan megírt füzetek milliói, mert igazi meggyőző ereje a tényeknek és alkotásoknak van. Ha a felsorolt bajokhoz még hozzáteszem azt, hogy pénzünk elértéktelenedése következtében összezsugorodtak alapítványaink, összeomlott egész ösztöndíjügyünk s így a szegény tehetségek taníttatását sem tudjuk biztosítani; ha még rámutatok arra, hogy a papír árának és a nyomdai költségeknek szédületes emelkedése folytán mindig nehezebb lesz a könyvek s a folyóiratok kiadása, akkor főbb vonásaiban megrajzoltam a mi magyar közművelődési válságunknak kórképét, amely — újból hangsúlyozom — lényegesen eltér a túlfejlesztettségből eredő német bajoktól.

A kultúra katasztrófája nem úgy következik be, mint midőn a bolthajtás nagy robajjal egyszerre beszakad; hasonló az a természet őszi elhalásához, midőn levél levél után lassankint hullik el. A magyar művelődés fájának ez a levélhullása, sajnos, folyik. Ógyallán volt földmágnességi állomásunk, ez volt a nemzetközi szervezetben délkeleten az utolsó láncszem. Az állomást elvesztettük, a földmágnességi megfigyelések és mérések megszűntek hazánkban, a nemzetközi szervezetből ezen a téren már kiestünk. Ime, lehullott egy levél. És ha Tass Antal igazgató nem menti meg komoly személyes kockázat árán az ógyallai csillagvizsgáló felszerelését, akkor így állnánk a magyar asztro-

móniával is. Mert a magyar csillagászat felett rossz csillagok jártak. 1852-ben az osztrák önkényuralom lebontotta a gellérthegy csillagvizsgálót, hogy helyére a főváros fékentartása céljából a citadellát építtesse. Ekkor a magyar csillagászat folytonossága két évtized tartamára megszakadt. Az 1918-i összeomlaskor elvesztettük az ógyallai magyar csillagdát is, de a hagyományos magyar balsors nem ejtett kétségbe bennünket, hanem a Svábhegyen hozzáláttunk a harmadik magyar csillagda építéséhez. Nem akarjuk, hogy a természettudományok e másik ágában is töröljenek bennünket a számottevő nemzetek sorából; nem akarjuk, hogy ezen a téren is kikapcsolódjunk a nemzetközi tudományos munkából. Hiszen nemzeti büszkeségünk, hogy például a csillagok színképtípusának megállapítására a potsdami és az amerikai Harward-csillagda a mi ógyallai csillagvizsgálónkkal társult.

Az állam a Svábhegyen, a székesfőváros által átengedett telken, már megépítette a meridián-házat és a nyolchüvelykes refraktor befogadására szükséges kupolát. Most pedig hozzáláttunk a központi épülethez, melyben a laboratóriumok, a csillagászati normál-óra befogadására szükséges temperált helyiség, a könyvtár és precíziós mechanikai műhely nyer elhelyezést, tetején pedig felszerelhető lesz az asztrofotométer. Igen, az építkezés és a személyzet fenntartása állami feladat, de a munkából és az áldozatból a társadalomnak is ki kell vennie részét.

Amily lelkiismeretlenség, ha egy nemzet tökéletlen, elmaradt fegyverzettel egyenlőtlen tusába küldi fiait az ellenséggel szembe: épen olyan vétek tudósaink iránt, ha elavult, elégtelen műszerekkel bocsátjuk őket bele a nem-

zetközi tudományos versenybe. A magyar csillagvizsgáló fő műszerét: egy Heyde-féle reflektort 90.000 aranymárkáért még a háború előtt megrendeltünk, de csak 28.000 márkát fizettünk ki, a további részletek folyósítása megakadt, mire a drezdai cég a műszer építését beszüntette. 62.000 aranymárkára lenne szükségünk, hogy végre megkaphassuk a reflektort, mely a magyar csillagvizsgálót megint beiktatná a nemzetközileg számottevő intézetek sorába. Mily szép emlék lenne a jövő nemzedékek számára, ha a hatalmas műszerre rávéshetnénk azoknak a mecénásoknak nevét, akik nehéz időkben áldoztak a magyar csillagászat megmentéseért. Külföldi segítségre is szükségünk van, de különösen az angolok és amerikaiak támogatására nem számíthatunk, ha odakint nem látják, hogy magunkon is segíteni akarunk, hogy magunk is áldozunk. És itt tiltakoznom kell az ellen a dőre állítás ellen, amely imitt- amott már felhangzik, hogy a tudományos kiadások minálunk olyan luxust jelentenek, melyet nehéz pénzügyi helyzetünkben nem engedhetünk meg magunknak. A modern nagy felfedezések nem véletlen rábukkanás, nem empirikus próbálgatás eredményei, hanem céltudatos tudományos kísérletezés, kutatás nemes gyümölcsei. És ezeknek a felfedezéseknek gyakorlati, anyagi haszna is kiszámíthatatlan, mint azt legutóbb báró Eötvös Lóránt találmányánál magunk is láthattuk. Nem győzöm elégszer hangsúlyozni: az a kis darab föld, melyet Magyarországnak neveznek, ami hazánk, Európa belvárosában fekszik. A műveletlenség zsupfödeles háza számára Európa belvárosában túlságos drága lenne a házhely s hamarosan lerombolnák az ott éktelenkedő házat. Vagy megtartjuk legdrágább nemzeti örökségünket: művelt-

ségünket, vagy törölnek bennünket az önálló nemzetek sorából és pusztulnunk kell erről a földről.

De nem elégséges az, hogy a társadalom csak áldozzon a magyar tudományosságért. Kell, hogy érdeklődjék is iránta, kell, hogy szeresse. Autokrata uralkodók félművelt népek között is létesítettek tudományos és művészeti intézeteket, de ezek a gyökértelen alapítások csakhamar elpusztultak, mert nem voltak az érdekelt nemzet köztudatában lehorgonyozva. Csak az a tudományosság életképes, mely erősít a nemzetnek abból az áldozatkész meggyőződésből szívja, hogy a népek világtörténelmi létjogosultsága abban rejlik, tudnak-e haszonnal közreműködni az emberiség haladásán a művelődés útján.

Igen, szeretni kell a kultúrát, hogy virágozhasson. A tudományok között pedig talán legkönnyebb a csillagászatot szeretni. Hegytetőről szívesen kalandozik el tekintetünk a róna végtelensége fölött. És sokkal azelőtt, hogy a görög Hipparchos megalapította a tudományos csillagászatot, a keleti népek már űzték az asztrológiát és minden korok belebámultak a csillagos ég végtelenségébe. Az ábrándos fiatal lányt és a nagy tudóst ugyanaz a hatalmas ösztön tölti be, amikor tekintete rámered a csillagok miriadjaira. A végtelenség megsejtése az, amely ösztönszerűleg vonzza a halhatatlan, a végtelen emberi lelket, mellyel belsőleg rokon.

Az egyesület, melynek megalkotására egybegyűltünk, kettős cél szolgálatára hivatott. Meg kell, hogy szervezze a társadalmi áldozatkészséget a svábhegyi csillágvizsgáló befejezésére és kell, hogy felkeltse az érdeklődést a leg szebb természettudomány, a csillagászat iránt, amely lehe-

tővé teszi a művelt ember számára, hogy magának világképet alkosson. Midőn az előkészítő közgyűlést ezzel megnyitom, annak a biztos reményemnek adok kifejezést, hogy ma — midőn a legnehezebb időn túlestünk és a magyar nemzet kálváriaútjának nagyobbik részét már megtette — az előttünk álló rövidebb úton leroskadni nem fogunk s meglesz az államban és a társadalomban a szükséges erő és áldozatkészség arra, hogy a bennünket megelőzőt nagy nemzedékektől átvett kulturális kincseket a jövő nemzedéknek átadhassuk.

Rados Gusztáv

műgyetemi tanárnak a „Stella“ csillagászati egyesület előkészítő-bizottsági közgyűlésén tartott felolvasása.

Tisztelt előkészítő Közgyűlés!

Mi, akik a magyar közművelődés hivatott irányítójának, Klebelsberg Kunó gróf, vallás- és közoktatásügyi miniszter úr meghívására e teremben megjelentünk, a legkülönbözőbb élethivatásokat képviseljük. Különböző talán az életfelfogásunk, lehetnek eltérések a műveltségi ideáljaink tekintetében, de közös bennünk a szándék a magyar kultúra egy számottevő tényezőjének, a magyar csillagászati bűvárlatnak segítségére sietni, amelyet a trianoni katasztrófa válságba sodort. A magyar csillagászat tisztos multa tekinthet vissza, és eddig is becsülettel vette ki részét a csillagászat nemzetközi nagy munkájából. Büszkén vallhattuk a mienknek Hell Miksát, a 18. század egyik legkiválóbb, világhírű csillagását. A 19. században már állandó observatoriumokban folyt le a csillagászati kutatás munkája, mely az utolsó 50 évben a lelkes és nagyérdemű Konkoly Thege Miklós áldozatkészségének köszönhető *ógyallai*, európaszerte ismert observatoriumban jól berendezett otthont talált, amelyben az astrofizika

terén ismert és elismert eredményekkel járult hozzá a csillagászat fejlesztéséhez. A trianoni békediktátum következtében Ógyalla számunkra elveszett és a magyar csillagászat hajléktalanná vált.

Tisztelt gyülekezet! A magyar csillagászati kutatás fenntartása kulturális presztizsünk egyik elsőrangú kérdése, mert nincsen tudomány, amely a csillagászatnál jobban kapcsolódnék a világ összes nemzeteinek tudományos munkájába és szegyeelnünk kellene, ha e tekintetben a művelt nemzetek sorából kiszorúlnánk.

Ettől a belátástól áthatva, a kormány és a székesfőváros vállvetett buzgósággal karolták föl a magyar csillagászati kutatás ügyét, amelynek a Svábhegyen új otthont teremteni készülnek. Azonban a mai szűkös viszonyok között az állam egymagában aligha, vagy csak évek hosszú sora után építhetné föl a leendő csillagvizsgálót, úgy, hogy a magyar csillagászat sorsát szívükön viselő körök a magyar társadalom áldozatkészségéhez kénytelenek folyamodni. Teszik ezt nem minden remény nélkül, mert a csillagászat a legrégibb és elért fényes eredményeinél fogva a legtökéletesebb tudományok egyike, melyet méltán a tudományok királynőjének neveztek. Van-e fenségesebb látvány a csillagos égnél, amely felé, ha tekintetünk irányul, megtaláljuk azt, amit a földön hiába keresünk, a csendet és örökös békét, amely szemben a tér és idő végtelenségével lelkünket az örökkévaló sejtelmével tölti el, ahol a naprendszerek végnélküli sorozatával találkozván, parányiságunk tudatára ébredünk és minden földi büszkeségről lemondva, áhitattal és szerénységgel hajolunk meg e világok teremtetője, fenntartója és kormányzója előtt.

Nos uraim, a csillagászat az égitestek világán uralkodó kristálytisza és egyszerűségünkben csodálatot keltő törvényszerűségeket kutatta föl, amelyek ismerete után lehullott az égről a titokzatosság fátyola és teljes magasztosságában mutatkozik előttünk a világegyetem fönsége. Nincsen tudomány, amely Kopernikus, Kepler, Newton,

Leverrier, Gauss, Kirchhoff nagy felfedezéseivel vetekedő eredményekkel dicsekedhetnek.

Leverrier Urbán 1846-ban az Uranus bolygó pályáján tapasztalt zavargások alapján következtette egy még ismeretlen nagy bolygó létezését, melynek helyét adott időpontra számítása alapján megjósolta. Galle berlini csillagász a megjósolt planetát, a mai Neptunt, csakugyan a megjósolt helyen meg is találta.

A Sirius 8 fényévnnyi távolságban van tőlünk; a 90 km. sebességgel száguldó gyorsvonal megállás nélkül e 80 billió km. távolságnak megfelelő utat csak 50 év alatt futhatná be; és mégis innen a földről pontos értesülést szerezhetünk ez égi test vegyi alkatáról, tömegéről és mozgása sebességéről. Lehet-e káprázatosabb eredményeket még csak elképzelni is?

Uraim! Ennek a magasztos tudománynak akarunk új híveket szerezni a „Stella” megalakításával, szóval és írással terjesztve a csillagászati ismereteket.

Nekünk meggyőződésünk, hogy a mi sajnosan kis nemzetünk fenntartását csakis kultúrértékek állandó termelésével biztosíthatjuk. Mert amely nemzet hatalom híján van, az nap-nap után kénytelen létjogosultságát a világ előtt bebizonyítani.

Azért emeljük fel a magyar tudomány lobogóját oly magasra, hogy ezt az egész világon észrevegyék és előtte elismeréssel meghajoljanak. Legyen a „Stella” csillagászati egyesület a zászlónak egyik erőteljes és diadalmas zászlótartója. A „Stella” szerencsés auspiciumok mellett kezdi meg pályafutását, mert Klebelsberg gróf Ö nagyméltósága, a kultúra nemzetfenntartó fontosságától áthatott férfiú, állott mozgalmunk élére. És most, midőn a „Stella” pályáján elindul, lelkünkben kívánjuk, hogy ez mindig emelkedő legyen és óvja meg a Gondviselés hátráltató perturbációktól.

Báró Ullmann Adolf

*főrendiházi tagnak, a Magyar Általános Hitelbank alelnökének felszólalása
a „Stella” csillagászati egyesület előkészítő-bizottsági közgyűlésén.*

A pénzüzetek nevében, bár erre formális felhatamázásom nincsen, kívánok szólni. Formális felhatalmazás nélkül is azt hiszem, hogy teljes jogosultsággal kijelenthetem, hogy a pénzüzetek át vannak hatva az ügy fontosságától és hogy ezért készek az áldozatra, mert ők mindig, minden alkalommal áldoztak. Amióta az ország annyira rászorult, hogy kultúráját a társadalom áldozatkészségéből támogassák, nagyon fontos ez az áldozatkészség. Különösen az utolsó szomorú években tartották a pénzüzetek kötelességüknek, hogy a magyar kultúra megmentéseért áldozzanak, mert emelni kell a magyar kultúrát, hogy visszahódíthassuk veszteségeinket. Ezt tették és teszik a pénzüzetek és áldozatkészségükben nem fognak visszaretteni azoktól a támadásoktól, melyek őket szakadatlanul érik.

Az áldozatok azonban mindig ugyanarra az egy körre szorítkoznak. Mindig a pénzüzetek az adakozók. Ezzel szemben pedig mások távol tartják magukat a kötelességek teljesítésétől. A néhány áldozatkész pénzüzeten kívül vannak a társadalomnak új, megízmosodott rétegei, melyek legtöbbször teljesen elzárkóznak a kulturális áldozatoktól. Ezeket a rétegeket is be kell vonni mindennemű kulturális mozgalomba és ha nem hajlandók áldozni, nyilvánosan meg kell őket bélyegezni, mert a pénzüzetekre egyedül támaszkodni nem lehet.

Ez azonban nem jelenti azt és nem jelentheti azt, hogy a pénzüzetek ki akarnák magukat vonni ebből az akcióból. Ellenkezőleg, a pénzüzetek a csillagvizsgálóval szemben el fognak menni a teljesítőképesség legvégsőbb határáig. Tudniok kell azonban, mi az az összeg, amelyre az intézetnek szüksége van, hogy tisztán lássák a keretet, melyen belül a pénzüzetek áldozatkészségének mozognia kell. Erre kívánok feleletet, mielőtt határozhatnánk.

Fleissig Sándornak,

a budapesti Áru- és Értéktőzsde alelnökének felszólalása a „Stella” csillagászati egyesület előkészítő-bizottsági közgyűlésén.

Azokután, amik itt elhangzottak, most már helyénvalónak tartom, hogy azok nevében, akik a csillagászáttal semmi egyéb vonatkozásban nincsenek, csak abban, hogy a csillagászatot szeretik és azzal szabad óráikban szeretnek foglalkozni, megköszönjem az itt összegyűlték fáradozását, mert hiszen a bizottság jelen működésének az is lenne egyik célja: lehetővé tenni a laikusok széles rétegeinek is a tudományok legszebbikével, a csillagászáttal foglalkozni.

Mi, akiknek nem adatott meg a sorstól az a szerencse, hogy hivatásunk azon a téren játszódjék le, amely egyszersmind passziónk is, s akik tehát ebben a tekintetben a tudósokkal és művészekkel szemben nagyon is mostoha helyzetben vagyunk, sóvárogva ragadunk meg minden alkalmat, mely bennünket a mindennapi szürke gazdasági életből kissé átvisz ama terekre, amelyek alkalmasak arra, hogy az ember lelkének és szívének kielégülést szerezzenek. És erre talán egyetlenegy tudomány sem alkalmas annyira, mint éppen a csillagászat.

Ép azért kötelességemnek tartom arra is reámutatni, hogy nemcsak az a kérdés, hogy mibe kerül, mennyit adjunk most ebben az évben, hanem hogy minden évben adjunk, ami egyszersmind válasz kíván lenni Ullmann báró felszólalásának egyik részére is.

Amint azt az előttem felszólalt igen tisztelt Rados tanár úr oly szépen kifejtette, a csillagászat megismertet bennünket azokkal az óriási méretekkel, melyben az általunk észlelhető univerzum elterjed. Tudatára ébredünk annak, hogy a földgolyó, amelyen élünk, csak egy szerény tagja egy rendszernek, amelynek középpontja a Nap. A Nap pedig maga is csak egy szerény kis része ama millió-milliómoknak, melyek együttesen a Tejút név alatt ismert rendszert képezik. A modern távcsövek pedig láthatóvá tettek rengeteg

számú tejútát, úgyhogy kétségtelennek látszik, hogy maga az egész Tejút is csak egy része egy hatalmas nagy tejút-rendszernek és még a fantázia sem bírja elképzelni, hogy ez az egész millió és millió tejútból álló rendszer azután milyen további nagyobb rendszernek lehet egy része.

Ez a perspektíva testileg oly kicsivé teszi azt az embernek nevezett alig észrevehető valamicskét, hogy ennek a meggondolásnak megfelelő népszerűsítéséből és a köztudatba való átvívéséből jótékony hatást kellene várnunk a tekintetben, amely az embereket szerénnyé tenné és felelőssé tenné bennük azt a tudatot, hogy a nekik lakóhelyül kiutalt Földön, amely az előbb kifejtettek alapján a mindenségben csak egy porszem szerepét játszhatja, mennyire egymásra vannak utalva az emberek és mennyire 'szükséges volna, hogy egymást segítve és támogatva egymás mellett egymásért éljenek, nem pedig — mint ezt ma látjuk — egymás ellen.

A másik nagy hatását a csillagászat népszerűsítésének pedig abban a meggondolásban látnám, hogy ez az anyagilag alig észrevehető, embernek nevezett valamicske képes az ő agyvelejével átfogni ezt a nálánál annyira összehasonlíthatatlanul nagyobb univerzumot, képes annak egy hatalmas részét gyenge szerveivel tényleg észlelni és annak még sokkal hatalmasabb részét gondolataival és logikus következtetések alapján szinte lelki szemei elé varázsolni. Mert ez a meggondolás viszont, ha kellőleg népszerűsítették és a köztudatba átmegy, kell hogy meggyőzze az embereket, hogy nemcsak az anyag az, ami az embert teszi, hanem kell, hogy ebben a parányi anyagban legyen még valami, — egyelőre előttünk ismeretlen — ami ezt a parányi anyagocskát ilyen hatalmas szellemi erő kifejtésre képesíti.

Ez a meggondolás volna alkalmas a mindinkább elterjedő tisztán materialisztikus világfelfogást megváltoztatni és megerősíteni az emberben a hitet a nagy Ismeretlen iránt, melyre az újabb kor legnagyobb gondolkodója Kant utalt akkor, amidőn kijelentette élete vége felé, hogy legnagyobb

csodálkozásának tárgya még öregkorában is az ember felett lévő csillagos ég és az emberben lakozó erkölcsi érzés.

Ezeket a hatásokat remélem én a csillagászat népszerűsítésétől és ezért üdvözlöm örömmel a „Stella” mai megalakulását.

* * *

A CSILLAGKEDVELŐ ÉS A CSILLAGÁSZAT.

Írta: Dr. H. H. KRITZINGER.¹

Miként Halley üstököse 1910 nyárelőben, úgy a Mars bolygó 1924-ben nyáron és ősszel is sok barátot szerzett a csillagászatnak. Ezek nagy részére ugyan az ég csodái bizonyára csak futólag hatottak és a csillagászattal való foglalkozásról sokan közülök lemondtak, mielőtt még szépségét teljességében megismerték. Sajnálatos tény, hogy mily kicsiny jelenleg Németországban a jeles műkedvelő-csillagászok csapata, pedig tudósai között századok óta a legkiválóbb csillagászok tűntek fel. *Ruskin János* nagyon találóan mondta egyszer: „Nevezetes dolog, mily keveset tudnak az emberek általában az égről, amely a teremtésnek oly része, amiben a természet az ember gyönyörködtetésére többet tett, mint akármely más művében.” A csillagokkal behintett égbolt látványától nyújtott esztétikai élvezetre vonatkozó ilyenén utalásokat találunk *Humboldtnak* egy barátnőhöz intézett, sokat olvasott leveleiben is. De a költő sem fárad el magasztos szavakba önteni a Földre boruló, csillagdús téli éjszakát. *Stieler Károly* Téli idilljében így énekel:

„Da liegt die grosse stumme Sternennacht,
Und schweigend seh' ich in die Himmelspracht
Der Lichtmilliarden, die kein Wissen zählt,
In's ew'ge Weltall und den Geist der Welt.“

„Körül csillagos, nagy néma éjszaka van,
Nézem az ég gyúló pompáját szótalan;
Számálhatlan milliárd izzó szövétnekét,
Az örök világot, a világ szellemét.“²

¹ A „Sirius”, a „Gesellschaft der Liebhaber-Astronomen” folyóiratának szerkesztője.

Fordította: dr. Hille Anrél.

Aki csak egyszer is belemerült a csillagbirodalom mélységeibe, hogy ott „éji távolban az Istenséget áhitattal figyelje“, az az egyszerű élvezet futólagos örömen túl érzi magában a vágyat, hogy a világ csodaépületébe mélyebben behatoljon.

A csillagászat története sok bizonyítékot szolgáltat arra, hogy éppen a műkedvelő-csillagászok csapata a nagy fölfedezésekben a csillagkutatók terén a szakcsillagászok mellett jelentékeny mértékben résztvesz. Mivel tapasztalat szerint az életből vett példák ily értelemben a legerősebb és legtartósabb serkentéssel vannak, lapozzuk át a csillagászat évkönyveit és vonultassuk fel előttünk néhány ily kutató nevét.

A történelem kezdetén általában a misztériumok őrzőiben, a papokban látjuk egyúttal a csillagászati ismeretek letéteményeseit, anélkül azonban, hogy egyes neveket külön kiemelhetnénk. Általában nehéz lesz műkedvelő-csillagászok és tulajdonképeni szakemberek között éles határokat vonni, mivelhogy egynémelyik tulajdonképeni hivatását a csillagászatban találta, míg más kenyérkeresetétől szolgált tevékenységétől talán csak címét nyeri.

Már a távcső feltalálása ideje körül, több mint háromszáz év előtt, a legrégibb idő papjaihoz hasonlóan, a fries-i plébánosban, *Fabricius Dávid*-ban, aki 1596-ban a Cethalban a csodacsillagot fölfedezte, jeles csillagással találkozunk, fia is, *Fabricius János*, kora nagyrabecsült megfigyelőinek egyike volt. Őt említjük meg itt első helyen, mivel *de Candolle*-nak „a tudományok és tudósok történetére“ vonatkozó vizsgálataiból kiderült, hogy éppen a német plébánialakokból különösen gyakran kerültek ki kiváló tudósok. *Fabricius* mellett áll *Dörffel Sámuel* plaueni plébános, aki 1680-ban az üstökösöknek parabolában való mozgásáról az első helyes elméletet adta. Mint különösen jeles üstököspálya-számító *Thraen* plébános lett ismeretes. A londoni műkedvelő-csillagász *Maskelyne* szintén a theologia doktora volt. A jezsuita-kollégiumok a neves csillagászok hosszú sorát szolgáltatták, akiket azonban sok tekintetben a szaktudósok közé kell számítanunk.

A lélek orvosa mellé állítjuk a test ismertebb orvosát. Bréma városa *Olbers* érdemdús polgártársnak, orvosnak és csillagásznak, Vesta kis bolygó fölfedezőjének és az üstökös-pályák kiszámítására szolgáló kényelmes módszer feltalálójának emlékszobrot emelt. *Oppolzer Tódor*, aki a nap- és hold-fogyatkozások nagy kánonja által híres, egyetemi tanulmányait orvostudománnyal kezdte. Az élő orvosok közt is a csillagászatnak számos barátja ismeretes. *Schabe* udvari tanácsos Dessauban gyógyszerértulajdonos, csodálatraméltó kitarással végzett napfolt-megfigyelései alapján képes volt azok időszakosságát már a múlt század közepe táján megállapítani.

A jogászok közül *Bayer János* ügyvéd 1625-ben kiadott *Uranometria* csillagtérképével, melynek megjelölései még most is használatosak, szerzett nevet magának. *Bayer*-nek nem egy szaktársa ma is a csillagok birodalmával való foglalkozásban keres pihenést és hivatása sok kellemetlen benyomásaitól elterelést.

A tisztnek hivatása sokkal több alkalmat szolgáltat a csillagokkal való foglalkozáshoz, mint általában vélik. Hisz' a vezérkar egész térképészete csillagászati—háromszögtani munkákon alapszik. Kézenfekvő dolog, hogy e tiszteknek nevei, mivel munkáik eredményei lényegben titokban tartattak, nem jutottak szélesebb körökbe. Mint üstökös-fölfedező *Biela* osztrák kapitány és általános munkái útján *Maupertuis* francia dragonys lett ismertté.

Hogy zenészek és festők a szférák zenéje iránt nagyon fogékonyak, alig kell hangsúlyozni. Csupán *Goldschmidt* történelmi festőt említjük meg, aki mint bolygó-fölfedező szerzett nevet magának, továbbá *J. S. Bailly*-t, a párisi királyi képgyűjtemény őrét, a francia forradalom áldozatát, akinek a csillagászat értékes történetét köszönjük. A zenészek közül *Herschel Vilmos* Hannoverből, az *Uranus* bolygó fölfedezője, szokatlanul kimagaslik. Tudományos alkotásai oly jelentősek, hogy a szakcsillagászok közé kell őt számítanunk.

Hogy mily értékesse válhat a csillagász számára a korábbi fényképész-pálya, *Barnard* tanár nagy sikere bizo-

nyítja, aki nemrég mint nagyrabecsült szakcsillagász hunyt el. A kettőscsillag-kutató minőségében eddig utólérhetetlen *Burnham* mint gyorsíró kezdte működését. A sarkmagasság-változások kutatása körül érdemeket szerzett *Chandler*, életbiztosító-társulati irattáros volt. A kiváló amerikai megfigyelő *C. W. Bond*, épúgy mint a német csillagász *P. A. Hansen*, legügyesebb elméleti embereink egyike, órás volt. Utolsó-előtti megjelenésekor a Halley-üstököst *Palitzsch* parasztcsillagász látta először Drezda mellett, különböző kis bolygók fölfedezésével szerzett nevet magának *Hencke* póstamester. A legnehezebb viszonyok közt dolgozta fel magát *Mayer Tóbiás* mint autodidakta a XVIII-ik század egyik legjelesebb csillagászává. A Seeberg-en (Gotha mellett) levő csillagda igazgatóinak egyike, *von Lindenau*, azelőtt a szász államminisztériumnak elnöke volt.

E futólagos áttekintésben nem vettük tekintetbe azokat, akiknek gazdasági helyzete minden további nélkül lehetővé tette, hogy teljesen a csillagászatnak szenteljék magukat, anélkül, hogy kénytelenek voltak ezért különös áldozatokat hozni. E kutatókat nagyobbára a szakcsillagászok közé számíthatjuk.

Mindezekről az eredményektől elesett volna a csillagászat, ha nem akadtak volna mindig megfelelő serkentők és nemeslelkű előmozdítók, akik a megfelelő időpillanatban a szükséges erkölcsi és anyagi támogatást nyújtani hajlandók és képesek voltak. Helyes ösztönzés nélkül a kis kereskedőinasból, *Bessel*-ből bizonyára nem vált volna a königsbergi csillagdnak nagyhirű igazgatója, a német csillagászok *Bessel*-iskolájának atyja. *Dr. Mädler* bizonyára nem végezhetne volna jelentős Hold- és Mars-kutatásait a múlt század első felében, ha *Beer* bankár nem adta volna meg egy kis csillagvizsgáló építéséhez az anyagi eszközöket. A német asztrofizika alig teremthetett volna oly kiváló kutatóintézetet, mint a potsdami, ha *Bülow-Bothkamp* kamarás egy abban az időben jelentős csillagvizsgálót Kiel mellett, *H. C. Vogel* vezetése mellett nem létesített volna. Az itt szerzett tapasztala-

latok Potsdam nagyarányú kiépítésénél alkalmazást is nyertek. A *Lick* bőrkirály, vagy a chicagói közútivasút-király *Yerkes* amerikai alapítványai más lapra tartoznak, mert, noha a csillagászok ezeket a legmelegebben üdvözölték, elsősorban propaganda-érdekből keletkeztek.

Miután *Argelander* a múlt század közepe táján a fényváltozó csillagok megfigyelésére a műkedvelő-csillagászokat első ízben megnyerni sikerrel megkísérelte, mindmáig különböző műkedvelőcsillagász-egyesületek keletkeztek. Különösen buzgón előmozdította ezeket *Förster Vilmos* titkos tanácsos, a berlini egyetemi csillagvizsgáló régebbi igazgatója. Az általa alapított „Vereinigung der Freunde der Astronomie und kosmischen Physik“ (A csillagászat és kozmikus fizika barátainak egyesülete) mellett a világháború alatt létesült a nemzetközi „Gesellschaft der Liebhaber-Astronomen“ (Műkedvelő-csillagászok társulata), mely eleinte Németországból Németalföldre, Svájcra és Svédországra és innen azután messzebbre kiterjedt. Miként a „Vereinigung der Freunde“ szerve „Die Himmelswelt“, úgy a „Gesellschaft der Liebhaber-Astronomen“ lapja a jelenleg 57. évfolyamában levő „Sirius“. Ez a társulat eddig az egyetlen, amely úgy van szervezve, hogy a tudományos vizsgálatokkal kapcsolatban, folyamatosan sikerrel dolgozik. Ez egyesület „napesoport“-ja („Sonnengruppe“) anyagát Zürichbe¹ küldi, ahol azt az ismert napfolt-relatívszámok céljára feldolgozzák; az utolsó jelentés szerint 1923-ban 2822 észlelést küldtek be. Azonkívül észlelik a fényváltozó-csillagokat és a számoló-csoport részt vesz a körülbelül ezer kis bolygó követését célzó terjedelmes munkálatokban, melyek a berlini csillagászati számoló-intézet ügykörébe tartoznak. A munka további beosztása e helyen, ahol csak általános áttekintést akarunk adni, nem fontos.

Fordította: dr. Steiner Lajos.

¹ A zürichi csillagvizsgáló e tekintetben központi szerv.

AZ ÉGITESTEK TÁVOLSÁGÁNAK MEGHATÁROZÁSA.

Írta: KÖVESLIGETHY RADÓ.

Az az egyszerű művelet, amelyet hosszúságmérés néven oly gyakran, és megszokottságánál fogva szinte gondolkodás nélkül végzünk, korántsem könnyű feladat, ha a tudományban megkívánt szabatosságra törekszünk. Nem szólva arról, hogy a hosszegységül választott méterrudat előzőleg a leggondosabban össze kellett hasonlítani a nemzetközi méterbizottság párizsi étalonjával, hogy számolni kell azzal a megnyúlással, amelyet magasabb hőmérsékleten a hűközta kiterjedés vagy a vízszinteshez hajlítva a nehézségerő húzása létesít, s hogy a rúd nem teljes alátámasztás folytán legörbülven látszóan rövidül: a mérés elve az, hogy a mérővesszőt a kérdéses távolság két végpontját összekötő egyenes vonal mentén úgy kell egymás után raknunk, hogy a vessző ezen egyenesnek minden részét fedje, de egy részét sem kétszeresen.

Hogyan lehessen ezt elérni, amidőn a távolságot csak annak a fénysugárnak hossza jelzi, amely valamely égitesttől szemünkbe ér? A közvetetlen lemérés kivihetetlenségét még abban az esetben is belátva, ha a távoli pont különben még hozzáférhető, nem vehetem zokon, ha csillagászati távolság-adatainkat némelyek csak kétkedéssel fogadják. És a dolog mégis felette egyszerű, útmutatónk maga a természet, elve a két szemmel való — binocularis — látás.

*

Amidőn elmerengve szemünk teljesen pihen, és anélkül, hogy nézni akarnánk, látunk: két szemünk tengelye párhuzamosan áll, a közeli tárgy két, természetesen elmosódott képét látjuk, a nagyon távoli tárgyról csupán egyet. Ha azt a közeli tárgyat látni akarjuk, akkor szemforgató izmaink úgy hajlítják egymás felé két szemünk tengelyét, hogy ezek a tárgyon találkoznak, aminek eredménye egyetlen egy éles

kép létrejött. A szemünk ilyenén beállítása természetesen izommunkával jár, amely erős forgatás mellett, bandzsításkor, nagyon is érezhető. Gyermekkorunk óta folyó gyakorlatból tudatunkban — mondhatnám — egy empirikus táblázat épült fel, amely ezen izommunka nagyságához a megfelelő távolságot rendeli. És ezen alapszik tehetségünk, hogy távolságokat becsülhetünk, tehetség, amely gyakorlattal nagy tökéletességre fejleszthető. Ha ezen, szabatosan kissé nehezen definiálható folyamatban a becslést pontos méréssel helyettesíthetjük, akkor megoldottuk a címben jelzett feladatunkat.

Szemben nézve a látott pont és két szemünk egyenszerű háromszöget alkot; alapvonala a két szembogár — pupilla — távola, két egyforma oldala a jobb és bal szemünkbe a ponttól érkező sugár. E pontnál levő szög az a szög, amely alatt ezen pont két szemünk távolát látná. E szögnek a fele (tehát szemünknek orrunk symmetriavonalától való szögtávolsága) az, amit a kérdéses pont (személyünkre vonatkozó) parallaxisának, (szabad fordításban eltolódásnak, elmozdulásnak) nevezünk. A szó kitűnően van megválasztva, mert ha a távoli tárgyat balszemmel nézem, képét a vetítési háttéren — szobában a fal, a szabadban többnyire az ég — jobbfelé, jobbszemmel nézve, balfelé látom eltolva. Ezen, a szoba falán például valóban jelezhető elmozdulás, a parallaxis mértéke.

Azonnal belátjuk, hogy ezen szög annál kisebb, minél nagyobb a tárgy távolsága, amellyel együtt a távolság-becslés könnyűsége és biztossága is fogy. De a becslés szabatoságát megint növelhetjük, ha a szemünk egymástól való távolságát megnövelhetnők. Ennél misem könnyebb, ezt megteszi például számos más hasonló berendezésen kívül a Zeiss-féle teleméter, amely két egyforma, de egymástól jó távol álló távesövet binoculáris nézésre kombinál.

Képzeljünk most egy pontot, mely a bal- és jobbszemtől szemtávolságnyi távolságra van. A három pont nyilván egyenlő oldalú háromszöget alkot, amelynek tudvalevőleg minden szöge 60° . A szemtengelyek ilyen erős összehajlítása

már nagyfokú kancsalítást jelent. A pont parallaxisa most 30° , és ha tudjuk, hogy ez a távolsággal visszás arányban van, a lemért parallaxisból immár minden távolság kiszámolható. Ha például parallaxisa 1° volna, akkor távolsága a fél szemtávolság 60-szorosával ér fel.

Ezen szabály, amelyet csak mnemotechnikai szabálynak szántam, nem egészen helyes, de bátran használható, ha egy, öt százalékot a legrosszabb esetben sem elérő hibától nem félünk. Helyes szabályt úgy kapunk, ha az egyenoldalú háromszög helyett olyan „egyenoldalú” körszektor választunk, amelynek (kör-) középpontja a látott pont, s melynek íve előbbi háromszögünk alapjával, tehát a körsugárral egyenlő hosszú. Az ív görbülete miatt a csúcsnál levő szög most már nem lehet 60° , hanem ennél kisebb, és abból számítható ki, hogy a kör sugarával egyenlő hosszú ív úgy aránylik a kör egész kerületéhez, mint a keresett szög a 360° -hoz. Értéke eszerint $180^\circ : \pi$, ahol π a Ludolph-féle szám, és nagysága 57.2958 fok, vagy 3437.7 ívperc, vagy $206,265$ ívmásodperc. Ha 57.3° -ot írunk mindig a fentemlitett 60° helyébe, akkor szigorúan áll, hogy a parallaxis a távolsággal visszás arányban van.

*

Gondoljuk, Todd amerikai csillagász csinos hasonlatával élve, hogy Földünk egy óriás feje s hogy a berlini és fokvárosi csillagvizsgáló távcsöve a szeme. A két város közel ugyanazon hosszúsági körön fekszik, a Hold tehát — valamennyi égitest között a hozzánk legközelebb levő — mindkét helyen igen közel egyidőben delel. Ráirányítva a két távcsövet, ezek optikai tengelye szöget zár be, amely épen a Holdnak parallaxisa a Föld azon húrjára vonatkozólag, amely Berlint a Fokvárossal összeköti. A csillagos égen e szög könnyen meghatározható, mert a déli féltekén fekvő Fokvárosból nézve a Hold egy északabbra, Berlinből nézve egy délebbre álló csillag mellett lesz észlelhető. Ezen lemérhető eltolódásból könnyen adódik a Holdnak a két város közötti egyenes távolságra vonatkozó parallaxisa és ebből a Holdnak

(immár megszorítás nélkül így nevezett) parallaxisa, amely az előbbinél annyszor nagyobb, ahányszor nagyobb a Föld sugara az említett húrnál. E két távolság viszonya a két város földrajzi szélességkülömbiségéből adódik. Ez más szóval élve annyit tesz, hogy parallaxison tehát azt a szöveget értjük, amely alatt az égi test középpontjából Földünk sugara látszik.

A Hold parallaxisa igen nagy közelítéssel 1° -kal egyenlő és ez azt jelenti, hogy kísérő bolygónk a Földtől 30 föld-átmérő vagy 60 földugárnyi távolságban van. Ezen parallaxis oly nagy, hogy már az ókori csillagászok is kielégítő pontossággal lemérhették.

Érdekes még az a megjegyzés, hogy a brit kormány a Jóreménység-foki csillagvizsgálót éppen a Hold távolságának pontos meghatározása kedvéért alapította.

E népszerű fejtegetésben nem bír elvi fontossággal, hogy a Föld nem szigorúan gömb s hogy ezért nem minden sugara egyformán hosszú. A parallaxis szigorú értelmezésében mindig az aequatori földugárra gondolunk.

*

Ugyanezen eljárás a Napra alkalmazva már nem vezet célhoz. Helyünknek tetemes megváltoztatásával az égen való eltolódása, nem ugyan valamely állócsillaghoz, de a zenitre vonatkozólag most is észrevehető, de oly csekély, hogy az így levezetett parallaxis csak nagyon kevés hitelt érdemel. E parallaxis nem nagyobb, mint azon szög, amely alatt 23'4 méter távolságból 1 mm. vagy 1800 m. távolságból két szemünk távola látszik. Más szóval mondhatjuk, hogy a Föld nem elég nagy arra, hogy a Nap távolságának meghatározására szükséges háromszögben, átmérője biztos alapul szolgálhatna. Módot kell tehát keresni, hogy a problémát kerülő úton megoldhassuk. E módszereknek száma légió.

A legzseniálisabbak egyike és egyszermind az első, amelyről tudomásunk van, samosi Aristarchos nevéhez fűződik. Ezen, a Kr. e. III. században élt csillagász arról is nevezetes, hogy ő állította elsőül a Földnek tengelyforgását és keringését

a Nap körül, amiért azon a címen, hogy az istenek nyugalmát zavarta, vád alá helyeztetett.

A fényhatár, mely a Holdon éjjelt és nappalt egymástól elválaszt, az első és utolsó negyed pillanatában pontosan a holdkorong közepén megy át, a Hold pontosan felezett fénylő fél-korong. E pillanatban a Nap, Föld és Hold középpontja a Holdnál derékszögű háromszög csúcsában áll. Ha tehát ekkor megmérjük a szöget, mely a két égi korong középpontjának egymástól való távolságát méri, akkor a Holdnak a Földtől már ismeretes távolságából a Napé is számolható. Aristarchos kezdetleges mérései szerint a Nap 19-szer áll távolabb, mint a Hold és ezen hibás, túlkicsiny szám, amelybe az újkor kezdetéig hittek, sokban járult ahhoz, hogy a világot oly kicsinynek és szűknek ítélték.

A hiba ott van, hogy a geometriailag kifogástalan módszer annak az időpontnak felismerését követeli, amikor a Hold tányérja épen felezve van. Ez szinte lehetetlenség és ezen távcső alkalmazása sem segít, mert a Kísérőnk hegyekkel borított felszínén a terminátor megszűnik egyenesnek látszani. A Napnak távolsága közel 20-szor nagyobb, mint Aristarchos értéke.

Az árnyék nagysága, melyet teljes holdfogyatkozás alkalmával a Föld a Holdra vet, lényegesen függ ugyancsak a Napnak és Holdnak parallaxisától. Hipparchos, az ókor legnagyobb csillagásza, a Kr. előtti II. században erre igen szellemes módszert alapított, amely azonban a méréseknek akkor még csekély pontosságánál és a holdmozgás tökéletlen ismereténél fogva, szintén nem vezetett eredményre.

*

Hogy a célravezető sok módszer között valamilyen rendet teremtsünk, e módszereket három csoportba osztjuk, aszerint, amint a csillagászatból, a fizikából vagy a mechanikából merített elveken alapulnak.

A csillagászati módszerek a Nap parallaxisa helyett egy olyan bolygónak parallaxisát határozzák meg, mely a

Földet tetemesen megközelítheti, annyira, hogy parallaxisa a Holdénak mintájára, közvetlenül lemérhető.

Kepler harmadik törvénye alapján két bolygó közép naptávolságának köbe (harmadik hatványa) úgy aránylik, mint keringésidejük négyzete. Ezen arány helyébe tehető természetesen az is, hogy a két bolygó parallaxisának köbe fordítva arányos évök tartamának négyzetével. Ha tehát egyetlenegy bolygó parallaxisa ismeretes, akkor a Napé, a többi bolygóé is az, mert hiszen minden kívánható pontossággal ismerjük a Napnak, a Föld körül való látszó keringésének, az évnek hosszát és valamennyi bolygó keringésidejét. A Nap parallaxisa tehát nem csupán egy magában véve érdekes adat, hanem a bolygórendszerhez tartozó testek távolságmérésének kiindulója is.

A Mars, a Vénus, néhány apró bolygó, közöttük első-sorban az Eros, erre kiválóan alkalmas.

Mars, valamint az apró bolygók akkor vannak hozzánk legközelebb, mikor a Nappal szemben állanak és ezért éjfélkor delelnek. A Földtől való távolságuk ekkor egyszerűen a bolygó és a Föld naptávolságának különbségével egyenlő. Ha ekkor parallaxisát úgy meghatározzuk, ahogyan a Hold esetében lehetséges volt, akkor megvan egyrészt a bolygó és a Föld naptávolságának a különbsége, másrészt, a Kepler-féle harmadik törvényből e két távolság viszonya, amiből a két ismeretlen távolság vagy parallaxis immár minden nehézség nélkül kiszámolható.

Az első ilyfajta meghatározás 1672-ből való, amikor Richer Cayenneben, Picard és Römer Párizsban figyelték Marsnak a Nappal való szembenállását, oppozícióját. A napparallaxis szerintük 94 ívmásodperc, az első pontosabb adat a Nap távolságára. A mérések nehézsége e téren is csak fokozatos közeledést enged az igazsághoz, itt is áll: tévedéseken át az igazság felé!

Különösen érdekes a Vénus szerepe a napparallaxis meghatározásának történetében. 121 és egy fél év lefolyása alatt megtörténik kétszer, $113\frac{1}{2}$, majd 8 év múlva, hogy

a Vénus pályájában a Nap és a Föld között, hozzánk legközelebb járva, a Nap tányérján mint fekete korong átvonul.

Képzeljünk két észlelőt, aki a tüneményt egy oly földátmérőnek két végpontjából figyeli, amely a Vénus pályasíkjára merőlegesen áll. Az északra álló megfigyelő a Vénust a napkorongon délfelé, a déli észlelő északfelé fogja eltolva látni, épúgy, amint a Hold esetében már vázoltuk. A Vénus természetesen a korongon átvonulva húrt ír le, melynek hossza könnyen lemérhető.

A Nap látszó átmérőjét ismerve, a húrnak a Napkorong középpontjától való távolsága Pythagoras tétele alapján egyszerűen kiszámítható, és ezzel ismeretes a Vénus leírta két húr ívben kifejezett kölcsönös távolsága is, és ez nem egyéb, mint mértéke azon szögnek, amely alatt a Föld átmérője e bolygóról látszik, azaz Vénus kétszeres parallaxisa. Nem, ez nem egészen helyes. Csak akkor volna az, ha a Nap végtelen nagy távolságban állana. Így azonban a Nap is eltolódik az égen, míg a földátmérő egyik végpontjából a másikig megyek, és ezért Vénusnak a Nap tányérján lemért eltolódása helyesebben a Vénus és a Nap parallaxisának különbsége. Ezen adat Kepler harmadik törvényével egyésítve itt is megadja a probléma megoldását.

A módszer eléggé kényelmes és előnyösnek tetszik. Ha a Föld—Nap távolságát egységül vesszük, akkor Vénus távolsága a Naptól körülbelül háromnegyed és a két bolygó távolsága átvonuláskor egynegyed. Már most a megfigyelés megadta a Vénus és Nap parallaxisa különbségének kétszeresét, az eredmény tehát kettővel osztandó, és a Nap parallaxisa ezen szögnek harmada. Ha ugyanis a parallaxis a távolság egységében p , — és ez épen a Nap parallaxisa lesz — akkor Vénusé $\frac{1}{4}$ távolságban $4p$, és a Vénus és Nap parallaxisának különbsége $3p$. Ha tehát az észlelésekben valamely kis megfigyelési hiba esett, akkor ennek a Nap-parallaxisban csak hatodrésze fogna szerepelni.

Ezzel szemben azonban Vénus fekete és a Nap fényes korongjának érintkezésekor magukban igen érdekes, de a

megfigyeléseket nagyon károsan zavaró jelenségek lépnek fel, úgy hogy ezen módszer sem valósította meg teljesen a hozzáfűzött reményeket, amelyek egészen jogosak volnának, ha csak geometriai viszonyokkal és nem egyszersmind optikai jelenségekkel is kellene számolnunk.

Első pillanatban az ember gondolná, hogy a Vénus pályáján belül keringő Merkúr hasonlóképen felhasználható, sőt hogy annyiban még előnyösebb, mert átvonulásai gyakoribbak. De a távolsági viszonyok mérlegelése csakhamar arról győz meg, hogy ez esetben az elkerülhetetlen apró észlelési hibák tetemesen megnagyobbítva mennek át a napparallaxis értékebe.

Az utolsó két Vénus-átvonulás 1874 december 9-én és 1882 december 6-án volt, a legközelebbiek 2004 június 8-ára és 2012 június 6-ára esnek. Reánk nézve különösen érdekes az 1769 június 3-iki átvonulás, melyet VII. Keresztély dán király meghívására Hell Miksa hírneves csillagászunk Sajnovics jezsuita rendtársa kíséretében, Vardöhusban észlelt. Megfigyeléseiből a ma elfogadott értékkel teljesen egyező eredményt nyert, amely az akkori tekintélyektől elfogadott adatnál valamivel nagyobb. Minthogy más észlelő-állomásokon az időjárás kedvezőtlen volt, hamarosan kész volt az ítélet, hogy Hell adatait meghamisította. Az elkeseredetten folyt vita már rég honfitársunk dicsőségére dőlt el. Ezen, az akkori időkben felette terhes expedíciónak egy más, nevezetes eredménye volt a lapp nyelvnek a miénkkel való rokonságának felismerése.

*

A napparallaxis meghatározásának fizikai módszerei kivétel nélkül a fény terjedés-sebességének ismeretére támaszkodnak, amely ma legalább is egy század percentig garantálható; értéke 299.875 km. másodpercenként, ami helyett kerek számban 300.000 km.-t mondhatunk.

Jupiternek négy fényesebb holdja van, amely majdnem pontosan köralakú pályában kering a bolygó körül. A Naptól megvilágítva e hatalmas test széles árnyékkúpot vet maga

után, s ebbe belépve a holdak fogyatkozást szenvednek, amely a mi holdfogyatkozásainkkal azonos, de a fennforgó méretviszonyok mellett hasonlíthatatlanul gyakoribb tűnemény.

E fogyatkozások megfigyelésével foglalkozott 1675-ben Jupiter oppozíciója alkalmával, tehát mikor a bolygó hozzánk legközelebb volt, Olaf Römer. Abban az időben, amikor még sem pontos chronometert nem tudtak készíteni, sem táviró vagy épen drótnélküli táviró nem volt, e tűnemények, melyeket már gyengén nagyító távesővel is meg lehet figyelni, jó szolgálatot tettek a tengeren való hosszkülönbség, tehát a hajó egyik helyhatározójának lemérésére. A megfigyelések alapján minden megkívánható pontossággal előre ki lehetett számolni, mikor lesznek láthatók e fogyatkozások, mondjuk, Greenwichben. Ha ugyanazt a fogyatkozást tengeren is észlelték, akkor a hajó annyi órával, perccel és másodperccel van Greenwich-től keletre, ahány óra, perc és másodperc van a fogyatkozás beálltának helyi és greenwichi ideje között.

Az oppozícióban nyert adatokkal tehát Römer e fogyatkozásokat előre ki is számította, de csodálkozva kellett észrevennie, hogy a fogyatkozások oppozíció után hovatovább elkésnek az előre számított időhöz képest. Körülbelül 6 és fél hónap múlva, amikor a Föld legtávolabb áll Jupitertől, a késés már több mint 16 percre rúgott. Innen az eltérés folyton csökkent, abban a mértékben, amelyben a Föld ismét Jupiterhez közeledett, és a következő szembenállásban a hiba teljesen eltűnt. Römer azonnal belátta, hogy a késés oka a fény terjedés-sebességének véges volta, és hogy a 16 percnyi késés nem egyéb mint azon idő, amelyre a fénynek szüksége van, hogy a Jupiter—Föld legkisebb és legnagyobb távolságának különbségét, azaz a földpálya átmérőjét befussa. Ezzel fel volt fedezve a fény terjedés-sebessége. Minthogy ez fizikai módszerekkel nagyon pontosan meghatározható, fordítva, az úgynevezett fény-időből, amely a fentemlített időkülönbség fele, tehát az az idő, amely alatt a fény a Nap—Föld távolságot befutja, s melynek pontos értéke 497.83 mpere, a Napnak tőlünk való távolsága is kiszámít-

ható. Kerek, de mégis nagyon közel helyes számokban kifejezve a fény mpercenként 300.000 kilométeres sebességgel 500 mpercig van úton, míg a Naptól hozzánk ér; a Nap távolsága tehát $500 \times 300.000 = 150$ millió kilométer.

Szélesendben az eső függélyesen hull, még pedig a levegőnek tetemes ellenállása miatt, esése már nem gyorsul, hanem egyenletes. Ha tehát valamely vonat ily esőben nyílt pályán vesztegel, az esőcsepp a koci ablakára függélyes nyomot vág. Ha ellenben a vonat halad, az eső nyoma az ablakon ferde vonal, amely a menetirányban emelkedik és azt a látszatot kelti, hogy az eső nem egy fölöttünk álló, hanem egy a mozdony irányában előretolt felhőből ér. E jelenség az aberráció nevét viseli, és a korábban mondotakból könnyen megítélhetjük, hogy az ablakon látható vizes vonal a függőlegessel 60° -os szöget zár be, ha a vonat és a hulló esőcsepp sebessége ugyanaz, s hogy e szög felére fog, ha a vonat sebessége az eső cseppének felére csökken. Az aberráció egyszersmind arra is tanít, hogy esernyővel esőben szaladni nem használ, csak árt.

Az esőcsepp helyébe tegyük a valamely állócsillagból hozzánk leérő fényt, a vonat helyébe a távesővet, amely a Földdel együtt a Nap körül kering. Az aberráció miatt a csillagot a Föld mindenkori mozgásirányában előre tolva látjuk, még pedig pontos megfigyelés szerint $20'47''$ ívmásodperccel, ami a holdkorong átmérőjének körülbelül 88-ad része. Most már kiszámíthatjuk, hogy a Föld keringés-sebessége a fény sebességének annyiadrésze, a hányadrésze az aberráció a 60° -nak. Ez közel egy tizezred és ezért a Föld sebessége a Nap körül kerekszámban 30 km. másodpercenként. Ezzel a sebességgel haladva a Földnek meg kell tennie közel köralakú útját a Nap körül egy év alatt. Ebből kiszámolható e kör sugara, azaz a Napnak tőlünk való távolsága.

Valójában a számítás menete nem oly egyszerű, mert a Föld pályája nem pontosan kör, de ez az elven mitsem változtat.

A fénysebesség ismerete még más, igen érdekes módon

használható fel e fontos csillagászati adat meghatározására. Hogy megérthessük, előbb egyszerű kísérletet kell végeznünk.

Körülbelül egy méter hosszú (pontosan 952 mm.) zsinigre könnyen megszólaló sípot kötünk, szájával felfelé. Gyorsan körben forgatva a rajta keresztül tóduló levegő a sípot megszólaltatja, és mi, akik forgatjuk, állandó magas-ságú hangot hallunk, mondjuk a normál *a* hangot, melynek rezgésszáma 435. Ha a síp egy másodperc alatt háromszor forog, ami könnyen elérhető, akkor sebessége másodpercenként 19·8 m., ami a hang terjedés-sebességének (333 m. másodpercenként) 5·94 százaléka. Ugyanezen százalékos tétellel több rezgést végez mérsékelt (temperált) zenei hangskálánkban két egymásra következő félhang, pl. *a* az *as*-hoz, *ais* az *a*-hoz képest.

Ha sípunk forgássíkjában egy ember áll, akkor ehhez a sípunk a körforgás legmagasabb és legmélyebb pontjában az egyik esetben közel 20 m. sebességgel közeledik, másik esetben tőle ugyanily sebesen távozik. Azon pillanatokban, mikor a síp épen felfelé vagy lefelé mozog a körben, távolság-változás nincs. Mi ennek folyománya? Az utóbb említett két pillanatban az észlelő a síp természetes *a* hangját hallja, de amikor a hangforrás hozzá a hangsebességnek közel 6 százalékal közeledik, füle egy másodperc alatt 6 százalékkal több hanghullámot fog fel, mint nyugalomban, és midőn a hangkeltő ugyane sebességgel távozik, fülét 6 százalékkal kevesebb hullám éri. Az első esetben az észlelő a nagyobb rezgésszámú *ais*-t, az utóbbiban a mélyebb *as*-t hallja. A végeredmény tehát, hogy a forgássíkban álló észlelő a normális *a* helyett egy *as*-tól *ais* ig és innen ismét *as*-ig leszálló folytonos „glissandot” hall.

Könnyen érthető, hogy a kísérlet eredménye teljesen ugyanaz marad, ha feltételeit felcserélve — bocsánat a rossz-nak tetsző tréfiáért — álló és állandóan hangzó síp mellett az észlelőt forgatnók.

Vegyünk most egy állócsillagot, amely a földpálya síkjában fekszik, pl. a fényes Regulust, amely februárius 22-én

a Nappal az égen együtt áll. E pillanatban, és egy fél évvel későbbben, szembenálláskor, augusztus 24-én, a Föld merőlegesen halad át a Napot a csillaggal összekötő egyenesen, a Föld ekkor Regulushoz képest sem nem közeledik, sem nem távolodik. Ezzel szemben, május 24-én pontosan Regulus felé tart, november 23-án ellenben tőle egyenesen távozik.

Regulus ami hasonlatunk vagy kísérletünk sípja, azzal a különbséggel, hogy hang helyett fényt bocsájt ki. Mint-hogy a fény hasonló periodikus mozgás eredménye, mint a hang, következtetéseinkben elvileg mi sem változik. Amidőn a csillaghoz közeledünk, „magasabb“ fényt látunk, amikor tőle távozunk, fénye a „fényskálában“, a csillag színeképében „mélyed“. Ezen eltolódásokat rendkívül nagy pontossággal tudjuk lemérni. Valamint a zenei hangszerekben az egy nyolcadban foglalt és érezhető átmenet nélkül egymásra következő végnélkül sok zenei hang közül csak tizenkettőt használunk fel: úgy az állócsillagok spektrumában is a színárnyalatok végtelen sokaságában csak néhány, a Fraunhofer-féle vonalakkal definiált szín érdekel, amely az illető csillagon izzó anyag természetétől van megszabva. Közeledéskor e vonal a színekép ibolya, távozáskor a színekép vörös oldala felé tolódik.

Érthető az is, hogy ezen pontosan lemérhető eltolódásból adódik — mint kísérletünkben is — a fény rezgésszámának százalékos megváltozása, amely a Föld- és fénysebesség viszonyával egyenlő. Megkapjuk tehát, mint az aberráció esetében, a Földnek a Nap körüli keringési sebességét és ebből a Nap távolságát, és megtanultuk azt is, hogy aberráció és Doppler-elv rokon tünetények. A fényforrás és a megfigyelőnek egymáshoz való relatív mozgása folytán amaz megváltoztatja a fény irányát, emez rezgésszámát, vagy amint mondani szoktuk, frequentiáját.

Érdemes megjegyeznünk, hogy Doppler Keresztély aki e fény ezen módosulásának felfedezője, 1847-től 1850-ig a selmeci akadémia tanára volt.

Az állócsillag elnevezés, mint látni fogjuk, nem helyes.

Fel lehet, sőt fel kell tehát tételeznünk, hogy Regulus sem áll az égen szilárdan, hanem hogy relative a Földhöz képest mozog. Minthogy e mozgás hosszú idő alatt állandó, befolyása könnyen kiküszöbölhető, mert ha közeledéskor, májusban, Regulus sebessége a Földéhoz adódik, akkor fél évvel későbbben ugyane számértékben tőle levonódik, és a két észlelt sebesség közepe mentes az állócsillag esetleges saját mozgásától.

*

Azon módszerek, amelyeket a Nap távolságának meghatározására az égi mechanika nyújt, általában nehezebben érthetők, de egyet-kettőt mégis bemutatathatok.

A tömegvonzás általánosságánál fogva tudjuk, hogy az az erő, amelynek behatása alatt a testek a Föld felé esnek ugyanaz, mint a Napnak ereje, amely a Földet pályájában fenntartja. Az a görbe vonal, amelyet az elhajított kő leír (parabola) és a bolygók pályái, melyek a Kepler-féle első törvény szerint (a körtől kevésbé eltérő) ellipszisek, oly szoros rokonságban vannak egymással, mint *egy* családnak gyermekei. A Föld pályájának alakja épen úgy bizonyít a mellett, hogy a Föld a Nap felé esik, mint a hogy az elhajított test pályája a Föld felé való esésének folyamánya. Valóban, ha a Nap vonzása e pillanatban megszűnnék, akkor a Föld, a tehetetlenség elvénél fogva, a pálya utolsó érintőjének irányában egyenesen és egyenletesen haladna tovább. Az a köz, amelyel egy másodperc múlva a földpálya érintője a közel köralakú pályától eláll, és amelynek kiszámítására a geometria módot nyújt, a Földnek a Nap felé, helyesebben, a két égitestnek egymás felé való első másodpercenyi esése. Ha ezt a Föld és a Nap tömegének arányában felosztjuk, akkor kapjuk a Napnak a Föld felé, illetőleg a Földnek a Nap felé való esését. De amaz nem egyéb, mint a földfelszíni testek első másodperc alatti esése, átszámítva a Nap távolságára. A Newton-féle törvény értelmében ezen esés ugyanis a távolság négyzetével visszásan arányos. Íme tehát, a Föld vonzásának ismeretes gyorsulásából is levezethető Napunk távolsága. A meg-

oldásra szükséges egyéb adatok csillagászati megfigyelésekből mind ismereteseek, nevezetesen a Nap és Föld tömegviszonya is, amelyet a Holdnak Földkörüli mozgásától levezethetünk.

Tulajdonképen nem beszélünk szabatosan, mikor azt mondjuk, hogy a Hold a Föld körül kering. Valójában a Hold is, a Föld is e két testből álló rendszer közös súlypontja vagy tömegközéppontja körül mozog ugyanazon idő, nevezetesen egy hónap alatt. A tömegközéppont helyét megkapjuk, ha a Hold—Föld távolságot a két test tömegének 1:80 arányában, felosztjuk. Minthogy e távolság 385.000 km., ezen pont 4750 km.-rel fekszik a Föld középpontjától a Hold irányában, tehát 1620 km.-rel a Föld színe alatt.

A Föld középpontjának keringése ezen pont körül azt a látszatot kelti, hogy a Nap ezen idő, azaz közel egy hó alatt a földpálya síkjában ide-oda leng, mert minden éléről nézett körmozgás ingalengéssel azonosítható. A Nap ezen látszó helyváltozásából, libegéséből, amely nem egyéb, mint a Föld mozgásának a Nap távolságában való visszatükrözése, megint kiszámítható annak távolsága.

Végül még megemlíthetjük, hogy a Holdnak a Földkörüli mozgása csak akkor követné pontosan a Kepler-féle törvényeket, ha e két égitesten kívül más vonzó tömeg nem volna jelen. A Nap aránylagos közelsége nagy tömegénél fogva e mozgásban eltéréseket hoz létre, amelyeket háborgatásoknak, perturbációknak nevezünk, és ezek egyike tisztán a Nap parallaxisától függ, úgy hogy a háborgatás megfigyelhető értékéből levezethető.

*

Mindezen módszerek a parallaxisnak oly értékéhez vezettek, amelyek legfeljebb 8'73 és 8'818 ívmásodperc között ingadoznak. A leggondosabb kritikai vizsgálatok alapján a $8'80 \pm 0'004$ ívmásodperc értéket fogadjuk el, amelynek 149'5 millió km. távolság felel meg.

Meg akarom még röviden magyarázni, mit jelent a parallaxis értékét követő $\pm 0'004$ adat.

Érzékeinknek fogyatékos voltánál fogva lehetetlenség egy mérés alapján meghatározandó mennyiség *igaz*, abszolút pontos értékének megismerése. A megfigyelés ennek mindig csak közelítő értékét adhatja. De a különféle módszerekkel, különböző személyiségektől megállapított értékek belső egyezése legalább arra ad módot, hogy a keresett mennyiségnek *legvalóbszínű* értékét kihámozhassuk, ha „legvalóbszínű“ alatt azt értjük, amelyet általánosan elfogadott matematikai axiómák definiálnak. A fenti kitétel már most azt mondja, hogy egyenlő eséllyel fogadhatunk egyet egy ellenében, hogy a Nap parallaxisa 8.804 ívmásodpercenél nem nagyobb, és 8.796 -nál nem kisebb. A „fogadás“ kissé ledérnek hangzó fogalmának a tudomány nyelvébe való becsúsztatásán ne csodálkozzunk: természetes következménye annak, hogy méréseink eredményei nem „igazságok“, hanem csak az igazságot igen nagyon megközelítő „valószínűségek“. Az értékhatároknak az eredményhez való csatolása tehát egy hitelesítő kísérőlevél, amely minden adat megbízhatóságának határait jelöli.

*

A Nap távolságának meghatározásánál jó soká időztünk. Megbocsáthatónak fog tetszeni, ha kitűnik, hogy ezen adat a tulajdonképi csillagászati alap-hosszegység, amellyel a Kosmosban minden távolságot lemérünk.

Földünkön a bolygónk átmérője, 12.740 km. azon legnagyobb távolság, amelyre általában, a legjobb esetben eljutunk. Végső elemzésben ezen távolság az, amellyel a Nap távolát is mérjük. A Föld a Nap körül keringvén, félév lefolyása alatt a térben két helyzetet foglal el, mely egymástól a Nap-távolság kétszeresére, tehát 300 millió km.-re van, s ez a legnagyobb távolság, amelyet csillagrendszerünk felmérésében ezidőszert felhasználhatunk.

*

A legkomolyabb ellenvetés, melyet a Copernicus-féle világrendszer ellen tenni lehetett, s melyet Copernicus maga is felismert, az állócsillagok parallaxisának hiánya volt.

Szobánk mennyezetéről egymás alá két, zsinegre kötött golyót lógassunk, a padlón pedig a zsineg talppontja körül kört írjunk le. Ha a sötétség beálltával, gyertyával kezünkben e kört bejárjuk, a két golyó árnyéka a mennyezeten ugyancsak körben jár, a hozzánk közelebb eső golyó nagyobb, a távolabb kisebb pályán haladva. Ez hű képe annak a tűneménynek, amelyet a földpálya felett álló csillagnak a Nap körüli keringésünk folytán mutatnia kell s ezt így is fejezhetjük ki, hogy az állócsillag ezen parallaktikus mozgása a Föld mozgásának tükörképe. A csillagtól leírt kör sugara nyilván mértéke annak a szögnek, amely alatt a földpálya sugarát, azaz a Nap—Föld távolságot látja. Emellett bolygóparallaxison azt a szöget értettük, amely alatt bolygórendszerünkhez tartozó valamely testből Földünk sugara látszik.

Copernicus idejében (1473—1543) ily mozgásról senki nem tudott, ami azt jelenti, hogy az állócsillagok világa a mérőeszközök akkori érzékenysége mellett mérhetetlen nagy. Én Copernicusban leginkább azt a bátorságot bámulom, hogy rendszeréhez ragaszkodva, el merete fogadni annak consequenciáját, a világ mérhetetlenségét, az utókorra hárítva át a parallaxis felkeresésének problémáját.

Ha előbb leírt kísérletünk közben a golyókat tartó zsin eget a mennyezet mentén tova mozgattatnók, akkor az árnyék már nem zárt kört ír le, hanem a körmozgás és haladómozgás kombinációjából eredő hurokvonalat. Ily hurkot írnak le az égen a bolygók is, mert azok mozgását nem a térnek egy szilárd pontjából figyeljük, hanem a szintén körben mozgó Földről. De most is világos, hogy e hurok hossza vagy átmérője a földpálya átmérőjének látószöge, tehát a bolygó távolságával visszasan arányos. Copernicus azáltal, hogy Ptolemaeostól eltérően, a bolygók hurokvetését a Föld mozgásával magyarázhatta, jóval Kepler előtt képes volt a bolygók relativ naptávolságait megállapítani.

A Copernicus-féle rendszer elfogadása kötelességévé tette a csillagászoknak a parallaxis keresését, amely másrészt távolságuk meghatározását is lehetővé teszi.

Tycho de Brahe, Kepler kortársa és korának legügyesebb észlelője, már is percnyi pontossággal tudott mérni, de parallaxist nem talált. Ez annyit jelent, hogy az állócsillagok több mint 3.600-szoros naptávolságban állanak. Addig aránylag szerény méretűnek gondolt világunk ily váratlanul hatalmas tágulása az okos Tycho is megfélemlítette és oly rendszer kigondolására készítette, amely újra a Ptolemaeoséhoz közeledett.

Az ernyedetlen munkának elvégre meglett az eredménye. Bradley 1728-ban a parallaxis keresése közben felfedezte az aberrációt, amely — ha ugyan arra még szükség lett volna — a Copernicusi rendszer bizonyítékául szolgálhatott és csak több mint egy századdal később sikerült Besselnek az első csillagparallaxis mérése.

A Hattyú csillagképének egy kettőscsillagáról, 61 Cygniről, amely e néven világhírű lett, Bessel kimutathatta, hogy csak optikailag kettős, azaz, hogy két messze egymás mögött fekvő csillag véletlenül nagyon közel ugyanabban a látásvonalban áll. A zsinegen függő két golyónk ilyen optikai kettőscsillag, ha nem pontosan a zsineg mentén nézzük. Optikai voltát bizonyította, hogy a fényesebb, közelebbi csillag tetemes saját, haladó mozgással bír, melyben a gyenge kísérő nem vesz részt. A Föld keringése miatt a közelebbi csillag tehát — mint kísérletünkben is — nagyobb, a távolabbi kisebb kört ír le. Úgyis foghatjuk fel a dolgot, hogy a közelebbi csillag a távolabbi körül ír le kört, melynek sugara az égen leírt két kör sugarának különbsége. E látszó mozgást kimérve, megkapjuk tehát a két csillag parallaxisának különbségét, amely annál inkább lesz a csillag parallaxisának mondható, minél távolabb van az összehasonlításra szolgáló csillag. Ha több összehasonlító csillag a parallaxis ugyanazon értékére vezet, akkor ez bizonyítéka annak, hogy a mérés mostanig elért pontosságának határain belül a csillag parallaxisát határoztuk meg.

A fotográfia felhasználásával s a folytatólagosan felvett képek sztereoszkópiái összehasonlítása ma már nagyon meg-

könnyíti a közelebb álló csillagok felismerését és parallaxisuk lemérését.

Bessel „hattyúcsillagának“ parallaxisát igen közel $\frac{1}{3}$ ívmásodpercyinek találta; nézzük, hogy ez milyen távolságra vall.

Ha a parallaxis 1° volna, akkor a csillag távolsága 57·3-szor akkora, mint Napunké, 1 ívperces szög 3438-szor, 1 ívmásodperces parallaxis 206 265-szörös naptávolságnak felel meg, ami több mint $\frac{1}{3}$ millió \times 150 millió, azaz 30 vagy pontosabban 30,9 billió kilométer.

Ezen elképzelhetetlen nagy számok könnyebb felfoghatósága, „leértékelése“ céljából új hosszegységet vezetünk be, a „fény-évet“, azt az utat, amelyet a fény egy év alatt megtesz. Ennek értéke nyilván: $365\cdot25 \times 86400 \times 300\,000 = 9\cdot44$ billió kilométer. Ha tehát egy csillagnak ívmásodpercekben kifejezett parallaxisa p , akkor tőlünk való távolsága $30\cdot9:p$ billió km. vagy $3\cdot27:p$ fényév. És ez azt jelenti, hogy Bessel hattyúcsillaga, ha fénye hirtelen kialudna, számunkra még közel 10 évig ragyogna, mert az utolsó fellobbanásával járó fényrezgés csak tíz év múlva érne le hozzánk.

A legnagyobb eddig talált parallaxis $0\cdot752$ ívmásodperc, α Centauri fényes csillagé. Teljességgel valószínűtlen, hogy a jövőben ennél hozzánk közelebb eső csillagot fedezzünk fel; távolsága 41 billió km. vagy $4\cdot36$ fényév.

A csillagos égen csak a múltat látjuk, eredményei legalább is 4 és egyharmad évnél régiebbek.

A Sirius parallaxisa $0\cdot370$, a Sarkesillagé $0\cdot078$ ívmásodperc, ami már 42 fényévnyi távolságot jelent.

*

A feladat nehézségénél fogva érthető, hogy csak alig száz állócsillagunk van, melynek távolságát a parallaxis közvetlen lemérése útján pontosabban ismerjük. És mégis, csillagrendszerünk, világunk megismerése céljából a távolsági adatokra feltétlen szükség van. Türelemmel várjunk-e, míg a maiaknál is tökéletesebb műszerekkel a jövő a kérdést a megoldáshoz közelebb viszi? Kutató elme ily lemondásra nem képes. Felhasználunk minden, problémánkat érintő jelen-

séget, minden eszközt, melyből valamely vallomást kicsikarhatunk.

Kepler harmadik törvénye azt mondja kissé más foglatban, hogy a bolygók közép naptávolsága köbének és keringés-idejük négyzetének hányadosa az egész bolygórendszerben állandó. Ezen, tapasztalatból levezetett törvény nem teljesen szabatos, mert nincs tekintettel azon tömegviszonyra, mely a Nap s a bolygó között fennáll. Ha meggondoljuk, hogy rendszerünk legnagyobb bolygójának, Jupiternek tömege is, a Nap tömegének még ezredrészét sem éri el teljesen, nem lehet csodálni, hogy Kepler idejében ily csekély eltérés észrevétlen maradt. De mikor e törvényt a Newton-féle törvény ismerete alapján revideálták, azt kellett mondani, hogy a fentidézett hányados a középponti és a körül keringő kísérő tömegének összegével, egyszóval a kettősrendszer tömegével arányos.

Ezen alakban a törvény már nem csupán a Nap rendszerében, hanem az egész Kosmosban, tehát az igen nagy számban levő kettős csillagokra is érvényes, amelyek tagjai Kepler törvényeinek hódolva egymás körül keringenek.

Ha feltehetnők, hogy ily kettős csillag tömege egyenlő a Nap—Föld rendszerének tömegével, akkor parallaxisa azonnal adódnék. Megfigyeléséből levezethetjük a pálya sugarát, ívmásodpercekben, s a keringés-időt, s az utóbbiból Kepler törvénye alapján a két csillag középtávolságát kilométerben. Meglévén a pálya sugara e kettős mértékben, a parallaxis is adott, mert a kettős csillag távolsága egyszerűen a vonalas és ívben kifejezett méret hányadosával egyenlő. A tömeg-egyenlőségre vonatkozó feltevés természetesen a priori semmiképen sem indokolható. De a posteriori meglepően megbízhatónak mutatkozott. Ha ugyanis egy kettős csillagnak parallaxisát közvetlen mérésből ismerjük, fordítva tömege is meghatározható és a tapasztalat azt a meglepő eredményt adja, hogy a kettős csillagok tömege a Napunkéval egyenrendű. Alig akad ilyen rendszer, melynek tömege a Napét tetemesen felülmulná, vagy tetemesebben alatta maradna. Az ily

módon levezetett parallaxis tehát legalább nagyságrendjét illetőleg elfogadható.

Hasonló módon felhasználhatók azon egymáshoz igen közelálló kettőscsillagok is, amelyek összetett voltát csak a színképi vonalak periódikus eltolódása árulja el — gondoljunk csak a forgó síppal végzett kísérleteinkre. Ha — amint ez igen sokszor megesik — ily csillag még fényváltozó is, akkor ez azt jelenti, hogy keringések közben a csillagok egymást részben eltakarják, s ez méreteik ismeretéhez is vezet.

*

Korábban említettük már, hogy a szó szoros értelmében vett „álló“-csillag nincs. Ha hosszú időközben tett helyhatározásait egymással összehasonlítjuk, azt látjuk, hogy a csillagok az ég mentén elmozdultak, és színképi vonalainak eltolódása arra vall, hogy a látás vonalában is mozognak. A csillag mozgása tehát térbeli, és az észlelési adatok természeténél fogva a mozgásnak égménti componense ívmértékben, látásvonalmenti összetevője kilométerekben van megadva. Ha meg tudnók mondani, hogy mi a két mozgás-összetevő viszonya, akkor — épúgy, mint a kettőscsillagok esetében láttuk — a távolság azonnal ismeretes volna.

Az állócsillagok saját mozgásainak törvényeit ma nem ismerjük, és nem is ismerhetjük. Erre szükséges volna csillagrendszerünk alakjának, méreteinek, benne a tömegek eloszlásának teljes ismerete, épen az, amit e vizsgálatainkban még csak keresünk. De a csillagoknak igen nagy számánál fogva a statisztika, azaz a nagy számok törvényei fognak állani s ezek azt mondják, hogy az égménti elmozdulás általában $\sqrt{2} = 1.414$ -szer akkora, mint a látásvonalba eső mozgás. Ily módon már nem nehéz találni, hogy a parallaxis az évi, ívmásodpercekben kifejezett égménti és a látásvonalba eső, kilométerekben nyert elmozdulások hányadosának tízharmadával egyenlő. Az egyes csillagokra nézve az ily módon levezetett parallaxis természetesen nem lehet helyes, de a nagy átlagban a statisztikai igazságok erejével bír.

Még egy, kissé megbízhatóbbnak tetsző módszer is kijelölhető. Ha az állócsillagok mozognak, valószínű, hogy Napunk is így viselkedik.

Gondoljuk egy pillanatra, hogy a csillagok állanak s csupán Napunk halad a térben. Világos, hogy azon pont körül, amely felé a Nap tart, a csillagok sugarasan távoznak, a szemben fekvő pont körül pedig sűrűsödnek, az oldalt eső csillagok pedig egyszerűen elmaradnak. Így nyílnak előttünk és zárulnak mögöttünk, és elmaradnak oldalt a fák sorai, ha erdőben járunk.

A dolgok ezen végtelen egyszerű lefolyását zavarja azonban az a tény, hogy a csillagoknak maguknak is van saját mozgásuk. Erre vonatkozó teljes tudatlanságunkban megint a statisztikához kell folyamodnunk és feltenni, hogy a csillagok *összességének* mozgása bármely irányban eredőül zérust ad. Ez más kifejezéssel élve azt mondja, hogy az állócsillagok saját mozgásai merőben a véletlen szerint oszlanak meg. E feltevéssel a feladat megoldható, még pedig külön-külön úgy a csillagoknak égmenti, mint látásvonalbeli mozgásából.

Az utóbbiból következik, hogy a Napunk haladó mozgásának sebessége a térben $20\cdot4$ km. másodpercenként, és roppant megnyugtató, hogy a déli és az északi égnek csillagjai külön-külön felhasználva ugyanazon eredményre vezetnek. Ebből folyik, hogy a Nap egy év alatt az űrben oly utat ír le, amely a naptávolság $4\cdot30$ -szorosával ér fel. Íme, megint egy nagyobb mérőbázisra tettünk szert s ez indokolhatja, hogy korábban a naptávolságról, mint az idő szerint legnagyobbbról szóltam.

A Nap ezen mozgása miatt minden oldalt álló csillag ugyanazon, de a távolsága arányában kiseblnek látszó sebességgel elmarad. Évi elmozdulása tehát egyszerűen parallaxisának $4\cdot30$ szorosával egyenlő. A napmozgás célpontja és a szemközti ponthoz közel álló csillagok e mozgásnak természetesen csak perspektívikus rövidülését láttatják.

Ily módon ugyan megint nem kapjuk az egyes csilla-

gok parallaxisát, de legalább azon csillagesoportéit, amelyekre a statisztika fentidézett szabálya alkalmazható.

Hasonló, de az eset természetéhez alkalmazkodó okoskodással még akkor is élhetünk, ha bizonyos, bizonyára egy fizikailag összetartozó rendszert alkotó csillagok csoportja, az égen együtt vonul tova. A Fiastyúk csoportja, a Nagymedve több csillaga ilyen párhuzamosan haladó csillagvonulatot alkot.

*

Elképzelhető, hogy csak azon csillagoknak ismerjük saját mozgását eléggé jól, amelyek több ízben gondosan voltak katalogizálva, helyzetüket illetőleg jegyzékbe foglalva. E csillagoknak száma aránylag korlátozott és e vonatkozásban a csillagok túlnyomó többsége néma marad. De a nagy számok tudománya, tudományos kutatásaink utolsó segédeszköze, még egy lépéssel tovább is merészkedik.

Feltehetnők, hogy a csillagok fényessége átlag ugyanaz, majd meg, hogy térbeli eloszlásuk egyenletes. Mindkét hypothesis távolságbecslésre vezet. A csillagok fényét kétféle módon állapítjuk meg. Egyrészt a szabad szemmel láthatókat egytől hatig haladó nagyságrend szerint osztályozzuk olyformán, hogy a fénybenyomás különbsége osztályról osztályra ugyanaz legyen, másrészt pedig fotométerekkel összehasonlíthatjuk egymással a csillagok fényintenzitását. A tapasztalati eredmény, hogy két csillag intenzitása, amelyek fénykülönbsége egy csillagrend, úgy aránylik egymáshoz, mint 2.512 az 1-hez. És mivel az intenzitás a távolság négyzetével visszas arányban áll, azért két egymásra következő nagyságrendű csillag távolságviszonya $\sqrt{2.512} = 1.585$. És ez annyit jelent, hogy pl. egy negyedrendű csillag átlag valamivel több mint másfélszer oly nagy távolságra van, mint a harmadrendű csillagok. A leghatalmasabb távcsőben még látható csillagok 16-odrendűek, s ezek átlagos távolsága tehát 1000-szer nagyobb az elsőrendű csillagokénál.

A távcső az égből egy körkúpot hasít ki, amelynek csúcspontja a szem és alapját a távcső tárgylencséje szabja

meg. Ha a térben a csillagok egyenletesen vannak eloszolva, akkor számuk egy r sugarú gömbben ezen gömb térfogatával, tehát a sugár köbével arányos. A távcsőtől a gömbből kiszelt kúp térfogata a gömb térfogatával szintén arányos, és ezért a távcsőben az n -ik rendig bezárólag megolvasott csillagok száma az n -edrendű csillagok átlagos távolságának köbével is arányos.

Két egymásra következő nagyságrendű csillag átlagos távolságviszonya 1.585 volt; ennek köbe 3.981, nagyon közel 4. Ez azt jelenti, hogy minden csillagrendben közel 4-szer annyi csillag van, mint a megelőzőben; azaz hogy nagyságrendről nagyságrendre a csillagok száma közel 1:4 arányban nő. E következtetés ellenőrizhető: a csillagok nagyságrend szerint való megszámlálása 3.981 helyett 3.266-ot ad, amit egyelőre eléggé kielégítő egyezésnek vehetünk. Fordítva, a csillagoknak n -edrendig való megszámlálása az n -edrendű csillag átlagos távolát adja.

Ez úton eléggé megbízható betekintést nyertünk csillagrendszerünk alakjába és méreteibe is. Láttuk, hogy valóban nagy közelítéssel mondhatjuk, hogy a csillagok átlag egyenletesen vannak eloszolva. Ha tehát bizonyos irányokban a csillagokat gyérülni látjuk, akkor tudjuk, hogy ezen irányban rendszerünk nem terjed annyira a térbe, mint a Tejút közelében, amely felé a csillagoknak száma feltűnő mértékben nő.

Ha a felsorolt statisztikai megfontolásokat gondos mérlegeléssel együvé foglaljuk, akkor az egyes nagyságrendű állócsillagok átlagos parallaxisai és távolságai számára a következő képet nyerjük:

csillag nagyságrendje:	1	2	3	4	5	10	16
parallaxis:	0'',059	0'',044	0'',033	0'',025	0'',019	0'',004	0'',0007
távolság fényévben:	56	74	106	131	172	818	4700

Csillagrendszerünknek jelenleg elérhető határain tehát ma azokat az eseményeket látjuk, amelyek a nagy pyramisokat építő királyok korában játszódtak le.

AZ ASZTRONÓMIA MŰVELÉSE AZ ÓKORI BABILÓNIAIAKNÁL.

Írta: MAHLER EDE.

Hogy a babilóniaiak az emberiség kulturális életének oly sok területén tevékenykedtek és sok tekintetben úttörő munkát végeztek, ez olyan tény, amely mindinkább bizonyosodott, amióta a mult század elején sikerült e nép írásának és nyelvének titkaiba behatolnunk és ezáltal megismerkednünk e nép tevékenységével és szellemi vívmányaival. Hála ama férfiak fáradhatatlan kutatási ösztönének, akik a mult század közepe óta Mezopotámia pusztaságait fölkeresték és ott szerencsés ásóikkal számos romhalmot feltártak, hogy az alattuk elrejtett templom-maradványokat megszabadítsák a sok évezred törmelékétől, ma már teljesen ismerjük az emberi nem bölcsője gyanánt megjelölt föld egykori lakóinak a történetét, és egy világ, amelyet eddig csak a Biblia szava tartott fenn az emlékezetnek, újból ünnepelte feltámadását a történet könyvében. Habár oly városok, mint Babel, Erekh, Akkad, Khalne, Ur, épúgy Assur, Ninive stb. gyakran említetnek a Bibliában, mégis — egy letűnt világhoz hasonlóan — nemcsak a laikus számára, de még a nyitott kutatószem előtt is mesészerű helységeként szerepeltek és a hozzájuk fűződő elbeszélések közül egyik-másik gyermeki kedélyünk előtt úgy jelent meg, mint egy álomkép, a kutató előtt pedig mint egy legendászerű monda. Ma már azonban tudjuk, hogy ezek a városok *valóban* léteztek és fontos kiindulási- és csomópontjai voltak az emberiség egész kulturális tevékenységének. Az archaeológus ásója végre megszabadította azokat az évezredek törmelékeitől, amelyek alatt eddig rejtve voltak, de még föltárt romjaikban is hű képet nyújtanak nekünk ama sok templom és palota nagyszerűségéről, amelyek egykor itt emelkedtek és tanuságot tesznek némely hozzájuk fűződő monda történeti hitelességéről. A babilóniaiak templomai azonban nemcsak istenek tiszteletére szánt helyek

voltak, de sokkal inkább az ország szellemi kultúráját egyesítő központok. A babilóni pap nemcsak hitközségének lelkipásztora, de a nép tanítója és az egész szellemi kultúra őre és terjesztője is volt; kötelessége volt a művészetek és a tudományok művelése épen úgy, mint az istennek tetsző szertartásról való gondoskodás. Ezért minden templommal kapcsolatban állt az iskola, továbbá az ú. n. templomkönyvtár, mely az összes, tanítási célokra szolgáló könyveket foglalta magában. Különösen az *arithmetikának*, a *geometriának* és az *asztronómiának* viselték itt gondját. Ezekben a tudományágakban a babilóniaiak mesterek voltak. *Különösen áll ez az asztronómiáról, mely már a Kr. e. III. évezredben oly magas fokot ért el, mely páratlanul áll a népek történetében.*

Már történetük hajnalán különös figyelemmel kísérték bizonyos csillagok heliákus felkelését; a Sirius-ra vonatkozólag találjuk ezt följegyezve már a Kr. e. III. évezred kezdetén, mert *Lugalanda* és *Urukagina* királyok idejében (kb. Kr. e. 2900) érvényben volt naptárban, amelyben az év a téli solstitiummal kezdődött, a VII. hónap oly hónapnak van megjelölve, amikor a Sirius-csillag heliákusan felkel.¹ A Kr. e. III. évezred közepe táján ismerték már az ekliptika útját és megfigyelték a hold és a bolygók helyzetét az ekliptika csillagképeihez, sőt voltak ábrázolásai a csillagos égről is, tehát csillagtérképeik.²

De nemesak a szakavatott asztronómusok, hanem — amint erről a mult század közepe óta végrehajtott ásatások és megfejtett ékirások emlékek tanuskodnak — e tudomány barátjai is szorgalmasan megfigyelték a csillagos eget és följegyzéseket készítettek a Nap pályáról és a hold útjáról, a bolygók mozgásáról, valamint a nap- és holdfogyatkozásokról, úgy hogy ma a tudományos anyag kiválógatásánál

¹ V. ö. Langdon, *Proceed. of the Soc. of Biblical Arch.* 1912, 248 kk.; Thureau-Dangin, *Vorderasiat. Bibl.* I, 50 és hozzá Weidner, *Alter u. Bedeutung der babylon. Astronomie.* Leipzig, 1914. 1 kk.

² Weidner, *u. o.*

nem csekély elővigyázatra van szükségünk, hogy a tisztán tudományost megkülönböztethessük attól, ami nem épen tudományos vagy csak asztrológiai célt szolgál. De ettől sem tagadhatunk le minden tudományos értéket, mert minden-esetre tanubizonytságot tesz arról a nagy érdeklődésről, melyet az asztronómia már a történet e régi korszakában felkeltett és milyen nagy művelésnek örvendett a babilóniaiaknál már az ősidőben.

Hogy az asztronómia Babilóniában oly nagy érdeklődésre és ápolásra talált, ma már nem új; hiszen erről értesítenek bennünket már a klasszikusok is, mint Herodotos és Plinius, sőt a különböző előázsi múzeumokban felhalmozott ékírásos táblácskákban számos, asztronómiai tartalmú hiteles adatot találtak, amelyek között különösen kiemelendők a *George Smith* által a British Museum-ba hozott ékírásos szöveggyűjtemény a Szeleukidák és Arzakidák idejéből, valamint a *Hormuzd Rassam* által Babilóniában szerzett és szintén a British Museum-ba szállított agyagtáblák. És *Strassmaier* s *Epping* jezsuita-pátereknek köszönhetjük, hogy ezen okmányok jelentőségét és tudományos értékét megismerhettük. 1889-ben közzétett dolgozatukban³ nyilvánosságra hozták az erre vonatkozó kutatásaik eredményét. A szeleukida-éra 188., 189. és 201. évéből (= Kr. e. 124., 123. és 111 évvel) származó három táblácskának az alapján tudomást szerzünk a kháld asztronómia egy fejezetéről, amely — bár csak a történet későbbi korszakából, t. i. az arzakidák idejéből való — sok tekintetben forrásul szolgált a babilóni asztronómia és kronológia kifürkészésénél. Az itt publikált szövegekből megtudjuk, hogy a kháld asztronómusoknak a valódi újhold meghatározására szabályzott számítási módszereik voltak, és hogy náluk az átmenet az egyik dátumról a másikra nem eshetett sem éjjelre, sem reggelre, sem pedig délre; bebizonyított tény, hogy a babilóniaiak a polgári nap kezdetét a Nap lenyugvásától számították, míg másfelől

³ Astronomisches aus Babylon oder das Wissen der Chaldäer über den gestirnten Himmel. Freiburg i. Breisgau, 1889.

bizonyos eddig ismeretlen írásjelek és kifejezések megmagyarázása ezeknek a megfejtéséhez vezetett. A bolygókra vonatkozó szövegek általános áttekintése után közelebbi vizsgálat tárgyává tették a bolygók konstellációját az ekliptikai csillagokhoz, a külső bolygók oppozícióját a Nappal, továbbá a Venus és Merkúr fordulópontját és heliákus felkelését és lenyugvását, valamint a babilóni csillap csoportok kiterjedését az ekliptikában; megfejtéseik eredményeképpen megtárgyalták a Sirius-csillag megjelenéseit és meghatározták az asztronómiai évszakok kezdetét. Ugyancsak megállapították nagyszámú csillagnak a babilóniai megjelölését és iparkodtak megfejteni az ékirásos szövegekben a bolygók számára használt írásjeleket. Épúgy megismertetik velünk a babilóni állatöv csillagképeit és bizonyos figyelemre méltó analógiát vehetünk itt észre az ókori egyiptomiak asztronómiájához. Valamint a thébai óratáblácskákon a csillagok bizonyos pozíciói azáltal jelöltetnek meg, hogy valamely csillagkép egyik vagy másik részéhez (mint: a bika füle, szeme, farka stb.) kötik, úgy itt is kiemelve találjuk a bak fejét, szarvát és farkát, az oroszlán lábát és farkát, az ikrek száját stb.

Epping halála után *Kugler* vette át szellemi örökségét. Ő kutatási körét valamivel kibővítette, amennyiben a Kr. e. 523-tól—528-ig terjedő időből származó feliratokat vette kutatásainak alapjául. Mindenekelőtt a *Pinches*⁴ által közzétett, *Kambyes* VII. uralkodási évéből származó szöveggel foglalkozott, mely felvilágosítást nyújt a Hold felkelte és a Nap lenyugta közti időre és megfordítva, továbbá Jupiter, Venus, Saturnus és Mars bolygóknak bizonyos állócsillagokhoz való helyzetére, szintúgy két holdfogyatkozásra, amelyek közül az egyik Dázu hónap 14-ikének éjjelén $1\frac{2}{3}$ Kašbu-val (azaz $1\frac{2}{3}$ kettősórával) az éj beállta után következett be, a másik pedig Tebet hónap 14-ik éjjelén $2\frac{1}{2}$ Kašbu-val nappal előtt, és az előbbi Claudius Ptolemaeus „*Almagest*”-jében mint a babilóniaiaktól észlelt jelenség van feltüntetve.

⁴ The Babylonian and Oriental Record. II. 202 ff.

Oppolzer „Canon der Sonnen- und Mondfinsternisse“ c. művében ilyképen vannak említve:

Folyó szám	Julius-féle naptár	Világido (köz. polg. Gr. idő)	Nagy- sága	Részle- gesség	Teljes- ség	Hold a Zeniten	
				időtartam		λ	φ
1056	—522 VII 16	21 ^o 0 ^p	6·1	76 ^p	—	+48	—22
1057	—521 I 10	1 45	22·0	52	52 ^p	—21	+22

II. *Artaxerxes* uralkodásának 26. évéből (Kr. e. 379/8) származó töredék megfigyeléseket tartalmaz az asztronómiai és atmoszférai égi tűnemenyekről, ahol ugyancsak pontosan fel vannak említve a megfigyelt bolygók távolságai bizonyos állócsillagoktól, míg egy másik töredék, amely Kr. e. 387 — 346 közti időre vonatkozik, a Jupiter-megfigyeléseknek egész sorát tünteti fel ennek a bolygónak heliákus felkelésére és lenyugvására vonatkozó adatokkal együtt.

Külön csoportot képeznek az ú. n. *ephemerida*-táblák, amelyek lehetővé tették, hogy képesek voltak az egyes bolygók heliákus felkelésének és lenyugvásának az idejét és ennek megfelelő hosszát, úgyszintén szinódikus keringésük időtartamát évekkel előre meghatározni és bámulnunk kell, hogy milyen pontossággal tudták a babilóniai asztronómusok ezt végrehajtani. Így például számításuk szerint a Merkúr szinódikus keringésének időtartama = 115ⁿ 21^o 3^p és 50·9^{mp}; ez olyan időtartam, amely a *Le Verrier*-étől csak 16·3^{mp}-cel tér el, míg a *Hipparchos*-féle adat és a *Le Verrier*-féle megállapítás között a különbség = 58·5^{mp}.⁵

De nemcsak ily késői időben tudtak a babilóniaiak az asztronómia terén oly rendkívülit produkálni, de már évezredek előtt, amikor még csak egész primitív segédeszközökkel rendelkeztek, bámulatos eredményeket értek el. Előbb említettük, hogy már Kr. e. 2900 körül egy hónapot mint

⁵ V. ö. Bezold, *Astronomie, Himmelschau und Astrallehre bei den Babyloniern*. Heidelberg, 1911. p. 7.

olyant tüntettek fel és neveztek el, amikor a Sirius-csillag heliákusan felkel. Így tehát világos, hogy ennek a csillagnak a felkelését már előbb is szisztemátikusan megfigyelték. Egy Nippur-ban talált és első ízben Hommel⁶ azután pedig Weidner⁷ által közzétett és magyarázott szövegben, mely kétségtelenül a Kr. e. III. évezred végéről való, fel van tüntetve ŠUPA (= Arktur), GIR-TAB (= Antares) és GIR (= λ Scorpii) csillagoknak egymástól való távolsága. A mi számrendszerünkbe átültetve Weidner szerint ezek a következők:

$$\text{Arktur} - \text{Antares} = 46^{\circ}67$$

$$\text{Arktur} - \lambda \text{ Scorpii} = 60^{\circ}$$

A mai tudomány szerint e csillagoknak ekliptikai hosszúsága ez: Arktur: $\lambda = 148^{\circ}81$; Antares: $\lambda = 194^{\circ}40$; λ Scorpii: $\lambda = 209^{\circ}24$. És így a megfelelő távolságok ezek:

$$\text{Arktur} - \text{Antares} = 45^{\circ}59$$

$$\text{Arktur} - \lambda \text{ Scorpii} = 60^{\circ}43$$

A babilóniaiak mérései tehát csak — $1^{\circ}08$ -cal, illetőleg $+ 0^{\circ}43$ -mal térnek el a valóságtól, míg a megfelelő Ptolemaeus-féle adatok $3,87$ foknyi hibát mutatnak fel, úgy hogy Weidner teljes joggal mondhatta: „Man sieht also leicht, daß die Meßkunst der Babylonier in der altbabylonischen Zeit der Meßkunst der hellenistischen Griechen in der alexandrinischen Periode durchaus überlegen war.“

Számtalan számítási tábla, amely ezerszámra van a British Museum-ban beraktározva, minden kétséget kizáró módon hirdeti, hogy a babilóniaiak az égi jelenségeket nemcsak meghatározott, megállapított szabályok alapján próbálták előre megállapítani, hanem hogy az égbolt megfigyeléséből nyert tudást át is gondolták, taglalták s ebből az égitestek mozgásáról szóló teoriájának mintegy előkészítő-iskoláját alapították. Ezzel azonban az említett számítási táblák nemcsak csillagászati értéket, hanem művelődéstörténeti jelentő-

⁶ Beilage der Münchener Neueste Nachrichten, 1908. Sp. 459.

⁷ Alter und Bedeutung der babylonischen Astronomie. Leipzig, 1914. p. 4 ff.

séget is nyernek. Mert először látjuk belőlük és pedig sokkal élesebben körvonalozva, mint a görögök vagy egyéb csillagászáttal foglalkozó népek írásaiból és hagyományaiból, hogy mily útát tett meg az emberi szellem az egyszerű empirikától a céltudatos theoria küszöbéig s miután csillagászati tapasztalatok megszerzésére sokszázéves időt kell feltételeznünk, azon meggyőződésre jutunk, hogy a matematikai gondolkodás alapja Babilóniában már igen régi lehet. Már korán ismerték a szinódikus hónapok átlagos tartamát, vagyis azt az időt, amelyen belül a Hold egyes fázisai visszatérnek. Az ő számításuk szerint ez az átlag $29^{\circ}53'09.5$ nap, vagyis olyan szám, amely a mienktől ($29^{\circ}53'05.9$ nap) csak $0^{\circ}00'36$ nappal, vagyis 31 másodperccel tér el. De a Nap naponként való mozgásának maximális és minimális gyorsasági adatait is elég pontosan vették a babilóniaiak; mert a jelenlegi legnagyobb napi gyorsaság $= 1^{\circ} 1' 9.9''$ és a legkisebb $= 57' 11.5''$, a babilóniaiak az előbbinél $1^{\circ} 1' 19.6''$ -et, az utóbbinál $56' 56.7''$ -et tételeznek fel.

De a csillagászati évszakok különböző tartalmát is már régen, Hipparchos előtt ismerték a babilóniaiak s valósággal csodálunk kell, hogy a hiba, amelyet az évszakok tartalmánál elkövettek, alig több egy fél napnál, az őszi évszaknál meg épen csak egy félóra az eltérés.

Minthogy a babilóniaiak csillagászati ismeretei olyan fejlettek voltak, naptáruk is már a legrégebb időben nagyon rendezett volt és a *lunisolaris* éven alapult. Az év 12 hónapból állott, amelyek fölváltva 29 és 30 naposak voltak, tehát összesen 354 napból. Hogy ezt a Nap pályájával összhangba hozzák, 19 éves ciklust szerkesztettek, amelyen belül 12 év közönséges év volt 354 nappal, 7 év azonban még pedig e ciklus minden III., VI., VIII., XI., XIV., XVI. és XIX. éve, nem 12, hanem 13 hónapból, eszerint 384 napból állott. Mindez csak úgy volt lehetséges, hogy már korán teljesen kifejlődött csillagászati rendszerük volt, amelynek segítségével a Nap, a Hold és fontosabb csillagesoportok pályáit pontosan meghatározhatták.

A babilóniai csillagászat a közvetlen megelőzője és lépcsője volt azon eredményeknek, amelyeket Hipparchos és Ptolemaios érték el. Kétségen kívül bizonyos az, hogy a görögök igen sokat vettek át a babilóniaiaktól. A Hipparchos—Ptolemaios-i időszak legfontosabb eredményei (a nap- és éjgyen előhaladásának felfedezése, a bolygók mozgásának ábrázolására szolgáló külkörök teoriája, a háromszögtan megalapítása és az evekciós egyenlet felfedezése a holdpályán) mind közvetlenül a babilóniaiktól származó csillagászati ismereteken alapulnak. Ha a babilóniai ékiratok nyújtotta gazdag anyagon végigtekintünk és a nagy fáradsággal kibetűzött szövegeket kronológiai sorrendjükben vizsgáljuk, egész világosan láthatjuk a fonalat, mely az emberi szellem minden alkotásán, az emberi erő minden vívmányán átvonul és csodálattal látjuk, az őskornak mily messzeségébe nyúlnak vissza egy már magas fokon álló kultúrának gyökerei. Mert hiszen azok a képzetek és fogalmak, melyek szükségessé teszik, hogy az emberi sorsot és életünk eseményeit isteni erők hatásának tulajdonítsuk, csak olyan korszakban keletkezhetek, midőn a fejlődő kultúra hullámai már magasra csapkodnak. És nem lehetett alacsony az a művelődési fok, amely a Napot és a Holdat a legfőbb teremtető és éltető lényeknek tartotta. Már ősidőkben, melyeknek eseményeit képzeletünk szinte csak mint mesés képeket látja, Samas (Nap) és Szin (Hold) az ősforrásai minden létezőnek, amely az isteni mindenhatóságnak csak körébe esik. Olyan időben tehát, midőn emberi lény egyebütt a földön saját individuális énjén kívül mást nem ismert, Babilóniában már egy meglehetősen kifejtett kultúrát találunk. A romhalmazok azokon a helyeken, ahol hajdan egy világbirodalom központja állott, bizony csak keveset árulnak el a régi pompából és hatalomból és aligha volnának elegendők ahhoz, hogy azokat a képeket szemünk elé tárják, melyek ilyen kifejlett kulturális állapotra emlékeztetnek. De amit ezen rom- és törmelékhalomok elhallgatni kénytelenek, arról téglák, bazalt-obeliszkok és aszfaltlapok tudósítanak bennünket, amelyek csodálatos és majdnem talányos ékirásjegyekkel teleírva az emberi szellemnek a

kődös őskorszakbeli alkotásairól adnak hírt számunkra. Így pl. vannak táblácskáink, amelyek a csillagoknak és a holdnak megfigyeléseit tartalmazzák, melyeknek egy szilárdan meghatározott időszámítás képezi alapját, még pedig egy olyan időszámítás, amely már a Kr. e. III. évezredben a nap- és holdéveknek teljes ismeretét tételezi fel. Az egyiptomiak akkor persze szintén ismerték és naptáraikban fel is használták a napévet, de az utolsó évtizedek kutatásai kiderítették, hogy az egyiptomiak nem az afrikai népcsaládhoz tartoznak, őshazájuk nekik is Ázsiában volt, az ő bölesőjük is azon a helyen ringott, amely a bibliai hagyomány szerint a 4 folyamnak — Pison, Gihon, Chidekel és Prath — forrásvidéke. Az egyiptomi kultúra kezdetét tehát nem Afrikában, hanem Ázsiában kell keresnünk, még pedig azon a helyen, ahonnan a babilóniai is származott. Ezért van az a sok érintkezési pont, amelyet újabb buvárok az összehasonlító nyelvtudomány terén a sémiták és ó-egyiptomiak nyelve között találtak és innen magyarázhatók azok a fényes eredmények, amelyek Hommelt arra a feltevésre vezették, hogy az ó-egyiptomi kultúra székhelye Babilónia. Kétségkívül a holdév, amely 12, váltakozva 29- és 30-napos hónapból állott, volt az évnek legrégebb alakja, amelynek az emberiség általában hasznát vehette. Csak később látták be, hogy a vegetáció életváltozása nem a hold járásától függ, hogy elsősorban a Nap az, amelynek állásával az évszakok szabályos váltakozása összefügg. Arra törekedtek tehát, hogy az eddig használatos évet, amelynek hónapjai az új holddal kezdődtek, a Nap járásával megegyeztessék s így keletkezett a *lunisolaris* év fogalma. Az egyiptomiak, midőn ázsiai hazájukat elhagyván délfelé vándoroltak és a Nilus termékeny völgyében telepedtek le, kénytelenek voltak, az ottani viszonyokkal számot vetvén, a holdévvel egészen szakítani és időszámításukat csak a Nap járása szerint szabályozni. Valamint azonban nyelvi tekintetben vannak olyan támpontok, amelyek a sémi s elsősorban a babilóniai nyelvvel való érintkezésre utalnak, úgy új hazájukban sem hagyták egészen figyelmen kívül a holdévet.

Bár a klimatikus viszonyoknak megfelelően a Napot tekintették az egyedüli szabályozónak időszámításukban és ünnepeik elrendezésében, mégis a holdfázisokat a legnagyobb gondossággal figyelték meg és még az új birodalom korában is (Kr. e. XVI. században) a szokásos kalendárium-dátum mellé odaírták a hold korát is. Ez bizonyára nem önkényes jelenség, hanem azon tényben gyökeredzik, hogy az egyiptomiak őshazája Ázsiában volt, tehát kultúrájuk eredete is ott keresendő.

De még a mi kultúránk is, amelyet — a görögök és rómaiak öröksége lévén — görögnek vagy rómainak szoktunk nevezni, szintén babilóniai. Az évnek 12 hónapra, a nappalnak és éjjelnek 12—12 órára való osztása Babilóniából van kölcsönözve. A hetekben való számlálás is olyan valami, melyet a keresztény egyház a zsidóktól és ezáltal közvetve a babilóniaiaktól vett át. Ismeretes tény, hogy Görögország és Róma legkiválóbb tudósai és művészei Egyiptomba és Babilóniába mentek, hogy onnan szerezzenek ismereteket. *Thales* Babilónból jött és onnan hozta honfitársainak azokat a szabályokat, melyek segítségével a khaldeusok — így nevezték a babilóniai csillagászokat — a nap- és holdfogyatkozások bekövetkeztét előre megtudták mondani s nem csekély elismerés jutott neki osztályrészülr, midőn 585-ben Kr. e. egy napfogyatkozást előre megjósolt, melynek elemeit épen azon szabályok alapján határozta meg. Holdelméletünknek váza és egyáltalában asztronómiai ismereteink alapja Babilóniában gyökeredznek. Az anyag, amely erre nézve az ékírásos irodalomban fel van halmozva, olyan gazdag, hogy még sok esztendő fog elmúlni, míg ezt hosszú és kitarató munka árán a tudomány hasznára egészen értékesítettük.

A *Meton-féle 19 éves ciklus* szintén babilóniai és a *mi Julius-féle* és *Gergely-féle naptárunk*, melyet *Julius Caesar Sosigenes* matematikus segítségével alkotott s Kr. e. 45-ben juttatott érvényre, szintén nem eredeti. És ámbár a nagy naptárreformátor előtt nem is a babilóniai lunisoláris, hanem az egyiptomi *Sírius-év* volt a minta, amely szerint az ő szilárd napévét

megalkotta, mégis értékesítette a babilóniai asztronómiát, amennyiben naptárába az aequinoctiumok és solstitiumok idejét és a csillagzatoknak különböző heliákus felkelését is felvette.

Különben a babilóniaiak előtt sem volt ismeretlen a Sirius-év, hiszen a Sirius-heliákus felkelése fontos elemként szolgált nekik *asztronómiai évük* kezdetének meghatározására és *asztronómiai naptáruk* szabályozására.⁸ Ebben a tekintetben a British Múzeum 86378 számú ékirásos táblája, amelynek szövege Kr. e. 700-ban szerkesztetett, de egy régibb, a Kr. e. II. évezredből való példány másolata, az antik asztronómia igen értékes okmánya. Ebben a babilóniai asztronómiai év Niszan havának 15-ike (= április 22.) mint ama nap van kiemelve, amelyen nap és éj egyenlők egymással, és ennek az évnek Tammuz 15-ike (= július 21-ike) az a nap, amelyen a Nap eléri pályájának legészakibb pontját és amelyen a Sirius-heliákuson felkel s a nappali idő kétszer nagyobb mint az éjjeli.

Mindez a legfeltűnőbb és legexaktabb módon összevág. Ha kiszámítjuk Babilon város földrajzi szélességére nézve a Kr. e. 700. év július havának 21-ike számára a Nap felkelésének és lenyugvásának igazi idejét, akkor — tekintettel a Napnak akkori deklinációjára — azt találjuk:

$$t = \pm 104^{\circ} 37' 43'' = \pm 6 \text{ óra } 58.5 \text{ p.}$$

vagy középső időben kifejezve:

Napfelkelés: reggel $4^{\text{h}} 56^{\text{p}}$ -kor,

Naplenyugvás: este $7^{\text{h}} 4^{\text{p}}$ -kor.

Ha még tekintetbe vesszük a nappali hosszúság meghatározásánál figyelembe veendő reggeli és esti szürkületet, akkor bizony nem tévedünk, ha a nappal kezdetét reggeli 4 órára és végét esti 8 órára tesszük. Valamivel szigorúbb számí-

⁸ V. ö. Mahler, Zur Astronomie u. Chronologie der Babylonier. Zeitschr. f. Assyriologie XXXIV, 54—78.

tással — ha tehát feltételezzük, hogy $\varphi = 32.5^\circ$, $\delta = 21^\circ 37' 30''$ és $h = -11^\circ$ — a következő eredményhez jutunk:

$$t = \pm 119^\circ 44' 7'' = \pm 7^h 58^m 56^s$$

vagy középső időben kifejezve:

A nappal kezdete	=	3 ^h 55 ^p .4-kor reggel,
" " vége	=	8 ^h 4 ^p .6-kor este.

$$\text{Az egész nappali idő} = 16^h 9^m 2^s.$$

A nappali idő tehát tényleg 2-szer nagyobb volt az éjjelinél. És a Sirius is akkor a 32.5 foknyi földrajzi szélessége alatt július 21-én heliákusan kelt fel.

Csak egy a feltűnő: míg a havi dátumok szerint rendezett csillagfelkelések feltüntetése, továbbá a kulminációk, mint az ezekkel egyidejűleg történő felkelések feljegyzése a Niszan hóval kezdődnek (v. ö. Brit. Mus. 86378, Kol. II, 36 — Kol. III, 12 és Kol. IV, 10—30), addig a Kol. III, 33—48-ban említett, két-két heliákus felkelés közötti időkülönbségek a Siriussal, még pedig Tammuz 15-ikével veszik kezdetüket. Ennek okvetlenül kell, hogy valami indoka legyen. És ez abban lesz keresendő, hogy Egyiptomban, amely mint szintén magasan fejlődött kultúrcentrum a legközelebbi érintkezésben állott Babilóniával, épen a Sirius heliákus felkelésének — már az ország természeténél fogva — sajátosságos jelentősége volt. Itt a Sirius heliákus felkelésének a napja összeesett a Nilus áradásának kezdetével és ezáltal is egy, ezen országra nézve sajátosságos évnek újév napjává lett. Ennek az évnek a hónapjai hasonló neveket viseltek, mint a polgári ú. n. mozgó-év; míg azonban a mozgó-év mindig csak 365 napból (12 harmincnapos hónapból + 5 toldaléknapból) állott, addig a sirius-évben minden 4. évben egy 6-ik toldaléknappal, mint szökőnap járult hozzá. A Babilónia és Egyiptom közötti szoros érintkezés azt hozhatta magával, hogy Babilóniában is azt az évet, mely Egyiptomban mint normálév szerepelt és alapját képezte úgy a vallási ünnepnaptárnak, mint az asztro-

nómiai évnek, legalább egy bizonyos időn át kiindulás pontjául vették az asztronómiai megfigyeléseknél. Így volna megmagyarázható, hogy miért indultak ki két-két heliákus felkelés időkülönbségeinek a kiszámításánál a Siriustól és miért vették itt az egyes hónapokat 30 naposaknak. Igaz ugyan, hogy akkor az 5 toldaléknapnak is valamely nyomának kell lennie, de viszont az egyiptomiak számításaiban is csak a legritkább esetekben vannak ezek tekintetbe véve; általában egy 12 harmincnapos hónapból álló ú. n. kerekévvel számítanak, tekintet nélkül a toldaléknapokra. Hogy a szövegben csak olyan naptári adatok fordulnak elő, melyek 5-tel oszthatók, ennek a magyarázata tényleg az lehet,⁹ hogy a babilóniaiaknál a „*hamuštu*“ (= 5-napos időkör) használatban volt amelynek itt ugyanaz volt a szerepe, mint az egyiptomiak naptárában a 10-napos időközöké, amelyek mindegyikének egy-egy dékán-csillagot tulajdonítottak és ezeknek az élén állott a Sothis-csillag (Szopdet) = Sirius, mint az év megnyitója; hiszen ez a csillag az, amely az egyiptomiak tanítása szerint kialszja a Nilust az ő forrásaiból, épen úgy, mint ezt *Isis*, a Siriusnak eponim istennő is teszi. És így nem lenne véletlenség az, hogy a hónap, amelyben a Sirius heliákusan felkel, a babilóniaiaknál a *Tammuz* nevet viseli, azt a nevet tehát, amely — a babilóniaiak vallása szerint — *Istar* istennő férjé-e is volt. És így volna megindokolva, hogy miért indulnak ki a 86378. számú szövegben (Kol. III, 34—48) előforduló, két-két heliákus felkelés közötti különbségek a Siriustól, amelynek heliákus felkelése épen e felirat szerint (v. ö. Kol. II, 42 és Kol. IV, 21) a Tammuz hó 15-ikére esik, bár a *polgári* év a tavaszi hónappal (azaz Nisan 1-jével) kezdődött. És a Sirius e jelentősége nemcsak a későbbi időben tűnik fel, már *Lugalanda* és *Urugagina* királyok idejében¹⁰ szisztematikusan megfigyelték e csillag heliákus felkelését és az akkor érvényben volt naptár VII. hónapját is e szerint

⁹ V. ö. Weidner, Orient. Literaturzeitung 1913 Sp. 151 és Handbuch der babylon. Astronomie 44. old.

¹⁰ Lásd fent 125. oldal.

neveztek el. És így olyan korszak is lehetett a babilóniaiak történetében, amelyben ez a hónap — úgy mint az egyiptomiaknál — mint első hónap szerepelt. Érintkezési pontok Babilónia és Egyiptom között már a történelem legrégibb korszakában voltak és így nincsen kizárva az, hogy a sirius-év, amely Egyiptomban épen a Nilus áradásaival való összefüggésénél fogva már a Kr. e. IV. évezredben volt ismeretes, a babilóniaiakhoz is átment és így itt is e csillag heliákus felkelése lett az időszámítás kiinduló pontjává, vagy legalább azt a hónapot, amelyben Sirius heliákusan felkel, az év első hónapjaként vették tekintetbe. A 86378. sz. szöveg úgysis későbbi másolata egy sokkal régibb példánynak, melynek szerkesztése a Kr. e. II. évezredbe megy vissza. És itt a Tammuz hó 15-ike — mint láttuk — nemcsak mint a Sirius heliákus felkelésének a napja szerepel, hanem az a nap is, amelyen a nappali idő 2-szer olyan nagy, mint az éjjeli és amelyen a Nap pályájának legészakibb pontját éri el; azaz: Tammuz 15-ike, amelyen a Sirius heliákusan felkelt, volt a babilóniaiak felfogása szerint egyszersmind a nyári napfordulónak a napja.

És nem is volna olyan merész az a feltevés, hogy *a sirius-évnék az ismerete nem Egyiptomból jutott Babilóniába, hanem talán fordítva Babilóniából Egyiptomba*, itt azonban épen a Nilus áradásához való ismeretes vonatkozásánál fogva sokkal erősebb gyökeret vert. Ma tudjuk, hogy az egyiptomi nép országában semmi esetre sem volt bennszülött, hanem sémi népelemekből verődött össze, amelyek előttünk ismeretlen ősidőben elhagyva a hazai földet, a Nilus völgyébe telepedtek le. De már ezekben az ősidőkben is rendelkezésükre állottak az őshazájukban használt naptárberendezések s így ezeket új hazájukba is átplántálták. Ezekhez a naptárberendezésekhez tartozott pl. a hold-naptár, amelyet az egyiptomiak — amint erről a Kr. e. XX. századból való kahuni papyrus-lelet tanuskodik — a középbirodalom idején használtak; és eszerint rendeztek bizonyos templomadományokat még abban az időben is, amikor már a sirius-évet ismerték el naptári számításuk

alapjául. És így nincs kizárva annak a lehetősége sem, hogy a sirius-évnek az ismeretét is, amelynek hosszát a babilóniaiaknak épen a Sirius heliákus felkelésének szisztematikus megfigyelése folytán ismerniök kellett, *Babilóniából vitték át Egyiptomba*, ahol már azon körülmény következtében, hogy a Sirius megjelensével a Nilus áradásának a kezdetét kapcsolták össze, emelkedet nagy jelentőségre.

Mindenesetre föl kell tételeznünk, hogy volt olyan idő, amikor a babilóniaiak a polgári naptár mellett *asztronómiai* naptárt is használtak, melynek alapjául szolgált a sirius-év és amely úgy volt szerkesztve, hogy a Sirius heliákus felkelésének a napja egyszersmind az év leghosszabb napja is volt, tehát a nyári solstitium napja, míg ugyanazon csillag kozmikus lenyugvásának a napja a téli napfordulót képezte.

És így az asztronómiának Babilóniában való műveléséről itt vázolt kép után arrra a meggyőződésre juthatunk, hogy *a csillagászat terén a babilóniaiak tanítói voltak a földkerekség valamennyi kultúrnépének.*

A GRAVITÁCIÓS HÁLÓZATOK JELENTŐSÉGE A FELSŐRENDŰ MAGASSÁGMÉRÉSEK (SZINTEZÉSEK) SZEMPONTJÁBÓL.

Írta: OLTAY KÁROLY.

1. Bevezetés.

Gravitációs hálózat alatt az egyébként izolált pontok olyan sokaságát értjük, melyek mindegyikén a nehézségi gyorsulásnak abszolút értékét közvetlen méréssel megállapították. Az ilyen hálózatnak geofizikai szempontból való fontos vonatkozásai eléggé ismeretesek. Ehelyütt a gravitációs hálózat egyik geodéziai vonatkozását kívánom tárgyalni, nevezetesen a felsőrendű magasságmérésekkel való összefüggését.

2. A magasság értelmezése.

A magasság definiálása első pillanatban nagyon egyszerűnek látszik, de nem az, ha tekintettel vagyunk arra, hogy a magasságnak nemcsak geometriai, hanem mechanikai jelentősége is van.

Ugyanis a magasság fogalmára voltaképpen szemléletből eredő tények vezetnek. Látunk valamit szabadon esni, a helyet, ahonnan a tárgy, vagy test leesett, *magasabbnak* mondjuk, mint azt, ahova esett. Látunk vizet mozgásban; a víz színét a mozgás irányában süllyedőnek, csökkenő (kisebb) magasságúnak mondjuk. Látunk teljesen nyugalomban levő vizet, vagy egyéb folyadékot, az ilyennek felszínét magasságkülönbségnélkülinek, vagy más szóval vízszintesnek (horizontálisnak) mondjuk. Vagyis a magasság fogalma szoros kapcsolatban van a nehézségi erővel olyan értelemben, hogy magasságkülönbség esetén a nehézségi erő mozgásokat (esést, folyást, áramlást stb.) hozhat létre, illetőleg ha tömegeket kell mozgatni, úgy különböző magasságú pontokon haladva át, a nehézségi erő ellenében munkát kell kifejtetni.

Tehát a magasság fogalma hozzá van kapcsolva a gravitációs jelenségekhez s ennek megfelelően csak az olyan definíció lehet helyes, mely erre a körülményre is tekintettel van. Így nézve a kérdést, először is szemléleti alapon tisztázzuk az *egyenlő magasság* és a *relatív magasság* fogalmát.

Ha a pontok olyan felületen vannak, amely azonos a nyugalomban levő s csupán a nehézségi erő hatása alatt álló homogén folyadék felszínével, akkor a pontokat *egyenlő* magasságúaknak mondjuk. Az ilyen felületek a nehézségi erő derivátumai, mert csupán a nehézségi erő hatása alatt álló folyadék helyezkedik úgy el, hogy felszíne annak minden pontjában merőlegesen áll az ott ható nehézségi erőre. Az ilyen felület minden pontjában a nehézségi erő potenciálja ugyanaz, vagyis a felület a nehézségi erőre nézve ú. n. *aequipotenciális felület*. A geodéziában az ilyen felületeket

szint- vagy *nívófelületeknek* nevezik. E felületeket definíció-szerűleg az is jellemzi, hogy rajtuk tömegeket mozgatva, a nehézségi erő ellenében munkát nem kell kifejtteni.

A szintfelületek egyenlő magasságú (vízszintes) felületek, tehát ezzel az *egyenlő magasság* definiáltnak vehető. Az egyenlő magasságú felületekkel megállapíthatjuk, hogy egyes, a szemléletbe, vagy a vizsgálatba bevont pontok ugyanazon, vagy különböző magasságban vannak-e, vagyis ezzel a *relatív magasság* kérdése is tisztázottnak vehető.

Most jövünk a magassággal összefüggő kérdések legnehezebb részéhez, t. i. hogy mit kell vennünk a magasság *mértékének*.

A magasság *mértékének*, vagyis a tulajdonképeni magasságnak definiálása, amíg attól csak *geometriai* tartalmat kívánunk, nagyon egyszerű, de megszűnik azzá lenni, amint a magasság *mechanikai* tartalmára is tekintettel kell lenni.

A geodéziai helymeghatározásokban magasság alatt valamely alapul választott kezdő (referencia) szintfelületről való normális (a függőlegesen mért) távolságot értünk. Az alapul választott szintfelületeket rendszeren a középtengerszín magasságában választják, s azért az ilyen magasságot *tengerszín feletti magasságnak*, vagy *orthométeres magasságnak*, vagy *geometriai* (geodéziai) *magasságnak* is nevezik.

A magasság ilyen értelmezése teljesen kifogástalan a helymeghatározás szempontjából, de nem az az előbb részletezett mechanikai szempontból.

Ugyanis e definíció szerint az egyenlő *geometriai* magasságú pontok az alapszintfelülettel párhuzamos felületeken vannak. Mivel a szintfelületek egymással nem párhuzamosak, hanem a sarkok felé konvergálnak s az aequator felé divergálnak, azért az egyenlő geometriai (orthométeres) magasságú pontok geometriai helyei nem szintfelületek, vagyis nem egyenlő magasságú felületek, hanem olyanok, amelyeken potenciálkülönbségek vannak, amelyeken a nehézségi erő a rajtuk levő testeket, folyadékot mozgásba hozhatja, ha surlódási erők nem lépnek fel.

A magasság geometriai definíciója tehát csak az alapul választott szintfelületre nézve tartja meg az *egyenlő magasság* fent értelmezett elvét.

Mechanikai és így a legtöbb technikai szempontból a magasságot olyan adattal kell jellemezni, mely egyértelműen határozza meg azt a szintfelületet, mely az illető ponton átmegy. A magasságot helyesen a potenciál számértéke, illetve, ha egy bizonyos szintfelületet választunk alapul, a potenciálkülönbségnek, vagyis a nehézségi erő ellenében kifejtendő mechanikai munkának számértéke jellemzi. Amit az életben *szintnek* (*nívónak*) nevezünk, az tulajdonképpen a *potenciál*, amit pedig *szintkülönbségnek* mondunk, az azonos a *potenciálkülönbséggel*, illetve a munkával.

Meg kell emlékeznem a magasságnak még egy, szintén minden tekintetben helyes értelmezéséről is. Nevezetesen a magasság, mechanikai értelmezése szerint voltaképpen munka. Ámde mi, bizonyos



1. ábra.

körülmények között, a magasságot lineáris mérettel, hosszúsággal is jellemezhetjük, ha az orthométeres magasságot redukáljuk az alapul választott nivófelület egy bizonyos helyére, azaz nem az orthométeres magasságot adjuk meg, hanem az orthométeres magasságnak megfelelő szintfelület és az alapszintfelület egy bizonyos állandónak vett pontja közti normális távolságot. Jelöljük az alapszintfelület állandó pontját P_0 -al (1. ábra). Ezt jellemezze a φ_0 földrazi szélesség és a g_0 nehézséggyorsulás. Legyen továbbá P a szintfelület egy másik φ és g -vel jellemzett pontja. E pontban az orthométeres magasság dh legyen. Nyilvánvaló, hogy mi dh végpontjának megfelelő szintfelületet jellemezhetjük a dh' értékkel is, azaz avval a mérettel, amit a szóbanforgó szintfelület lemetsz a P_0 normálisáról.

Ezt a dh' értékét szokás *mechanikai magasságnak*, vagy *munkamagasságnak*, vagy *dinamikai kottának* nevezni.

A dh' az orthométeres magassággal dh -val egyszerű összefüggésben van. Nevezetesen két szintfelület közt a munka állandó, azaz

$$g_0 dh' = g dh,$$

ahonnan

$$dh' = \frac{1}{g_0} g dh.$$

Minden munkamagasság egy és csak egy szintfelületet jellemez; az egyenlő munkamagasságú pontok ugyanazon a szintfelületen vannak, vagyis a magasság ilyen értelmezése a magasság mechanikai vonatkozásainak is eleget tesz.

Ezek szerint a munkamagasság felfogható mint lineáris méret, de felfogható mint munka is. Ugyanis az $\frac{1}{g_0}$ jelenti az egységsúlyú tömeget, tehát a $g \frac{1}{g_0}$ erőt jelent, a dh -val való szorzata pedig munkát.

A munkamagasság kettős értelmezése (hosszméret és munkaérték) csak addig helytálló, amíg a dh és vele a dh' annyira kicsi, hogy a nehézségi gyorsulásnak magassági változása elhanyagolható számérték. Ha ezt nem tehetjük meg, akkor a két szintfelület közti potenciálkülönbséget, az $\int g dh$ -át, $h' g_0$ -al vehetjük egyenlőnek

$$h' g_0 = \int g dh,$$

ahonnan

$$h' = \int \frac{1}{g_0} g dh$$

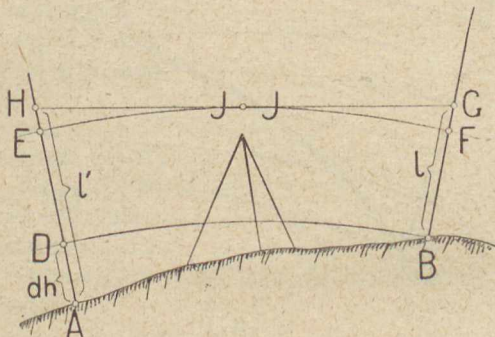
s ezt a h' értéket nevezzük munkamagasságnak. Ez a h' már csupán munkát jelent, mert $\frac{1}{g_0}$ jelenti az egységsúlyú tömeget, $\frac{1}{g_0} g$ tehát erőt, s $\frac{1}{g_0} g dh$ elemi munkát jelent.

Vagyis a fenti általános értelmezésben a *munkamagasság* alatt azt a munkát értjük, amit a nehézségi erő ellenében ki kell fejtetni akkor, ha az egységsúlyú tömeget az alapul szolgáló szintfelületről a szóbanforgó szintfelületre visszük.

3. A szintezés eredménye és az orthométeres korrekció.

A magasságmérési eljárások közül a vele elérhető nagy pontosság miatt a *szintezés* a legfontosabb. Vizsgáljuk meg közelebbről, hogy a szintezéssel nyert eredmény volta-képen mit jelent.

Vegyünk először egyetlenegy műszerállást szemügyre.



2. ábra.

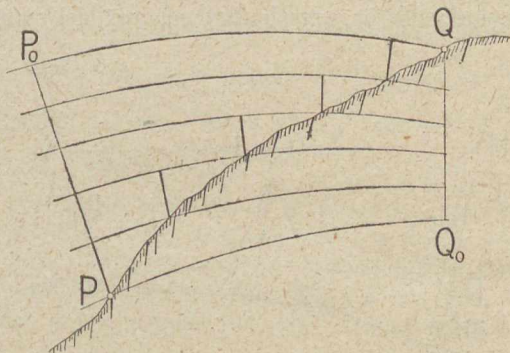
Ideálisan igazított műszert és teljesen szabatosan végrehajtott mérést feltételezve, a táveső irányvonala az előre- és hátraírányzásakor ugyanazon vízszintes irányában helyezkedik el. A mérés eredménye két leolvasás l' és l . A gyakorlatban az $(l' - l)$ különbséget, a mérés eredményét vesszük a két végpont magasságkülönbségének. A 2. ábra szerint

$$\begin{aligned} l' - l &= \overline{AH} - \overline{BG} = \overline{AD} + \overline{DE} + \overline{EH} - (\overline{BF} + \overline{FG}) \\ &= \overline{AD} + (\overline{DE} - \overline{BF}) + (\overline{EH} - \overline{FG}). \end{aligned}$$

E képletben $(\overline{DE} - \overline{BF})$ különbség azt fejezi ki, hogy a D és az E nivófelületei nem párhuzamosak, az $(\overline{EH} - \overline{FG})$ különbség pedig azt, hogy a szintfelület nem gömbfelület.

Igazolni lehet, hogyha az $\overline{AD} = dh$ mennyiségét elsőrendű végtelen kis mennyiségnek vesszük, akkor a $(\overline{DE} - \overline{BF})$ különbség másodrendű, az $(\overline{EH} - \overline{FG})$ különbség pedig harmadrendű mennyiség. Vagyis teljesen elegendő megközelítéssel

$$l' - l = dh.$$



3. ábra.

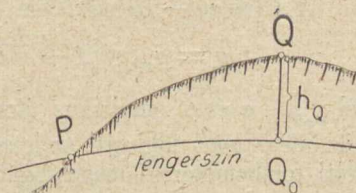
Azaz egy műszerállásban a szintezés megadja a követő pont nivófelületének normális távolságát az előző ponttól. Ha tehát P és Q pontok közt haladt a szintezés, úgy

$$\sum_P^Q (l' - l) = \sum_P^Q dh = \int_P^Q dh.$$

E képlet szerint az ugyanazon két pont közt végzett szintezés nem ad egy bizonyos, határozott eredményt, mert az $\int dh$ értéke függ attól az úttól, amelyen a szintezést

végeztük. Különösen jól láthatjuk ezt, ha a két pont között *szélsőséges* vonalakon végrehajtott (képzelt) szintezéseket vesszük szemügyre. Ugyanis, ha a szintezést a PP_0Q vonalon hajtjuk végre (3. ábra), az eredmény PP_0 lesz, ha a PQ_0Q vonalon szintezünk, Q_0Q -t kapjuk meg; a kettő nem azonos, mert a szintfelületek nem párhuzamosak. A szintfelületek észak felé összehajlanak, tehát a tenger színéről észak felé végrehajtott szintezések egyazon pontra mindig nagyobb, a délfelé végrehajtottak pedig mindig kisebb értéket adnak az orthométeres (geometriai) magasságnál. Ez eddigiek szerint tehát a *szintezésnek úgynevezett nyers eredménye* (a $\sum[l' - l]$ érték) *egyáltalán nem adja meg az orthométeres magasságot, de az belőle megfelelő redukálás segítségével megállapítható.*

A redukcióérték levezetése céljából tegyük fel először, hogy a P pont a tenger színén (4. ábra) van s feladatunk belőle kiindított szintezéssel a Q pont h_Q orthométeres magasságát levezetni.



4. ábra.

Kiindulunk a munkaintegrálból, t. i. az $\int_P^Q g dh$ integrálból, melynek jellemző tulajdonsága, hogy az úttól függetlenül, két nivófelület közt állandó mennyiség.

Világos, hogy

$$\int_P^Q g dh = \int_P^{Q_0} g dh + \int_{Q_0}^Q g dh.$$

Ámde a nivófelületen mozogva, munkát nem kell végezni, tehát

$$\int_P^{Q_0} g dh = 0$$

s így

$$\int_P^Q g dh = \int_{Q_0}^Q g dh.$$

A nehézséggyorsulásra vonatkozó kutatások megállapították, hogy annak értéke meglehetősen szabályosan változik, úgy, hogy tényleges értékei helyett nagy megközelítéssel vehetők a *Clairaut—Helmert*-féle képletből levezethető, úgynevezett *normális* értékek.

A *Clairaut—Helmert*-féle képlet a következő alakú:

$$g = g_{45^\circ, 0} (1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta h),$$

ahol $g_{45^\circ, 0}$ α és β empirikus úton megállapított állandókat, φ az illető pont földrajzi szélességét, h pedig a tengerszín feletti (orthométeres) magasságát jelenti. Az így számítható g -t nevezzük a nehézséggyorsulás *normális* (vagy teoretikus) értékének.

Ha a g normális értékét visszük be a munkaintegrál képletébe, akkor

$$\begin{aligned} \int_P^Q g dh &= \int_{Q_0}^Q g_{45^\circ, 0} (1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta h) dh = \\ &= \int_{Q_0}^Q g_{45^\circ, 0} dh - \int_{Q_0}^Q g_{45^\circ, 0} \alpha \cos 2\varphi dh - \int_{Q_0}^Q g_{45^\circ, 0} \beta h dh, \end{aligned}$$

vagyis

$$\begin{aligned} &= g_{45^\circ, 0} h_Q - g_{45^\circ, 0} \alpha \cos 2\varphi_Q h_Q - \frac{1}{2} g_{45^\circ, 0} \beta h_Q^2 \\ &= g_{45^\circ, 0} (1 - \alpha \cos 2\varphi_Q - \frac{1}{2} \beta h_Q) h_Q, \end{aligned}$$

ámde az első két tényező nem más, mint a nehézséggyorsulás értéke a φ_Q és az $\frac{1}{2} h_Q$ adatokkal definiált helyen, amit egyszerűen

$$g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}$$

val jelölve

$$\int_P^Q g dh = g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q} h_Q$$

ami tehát megadja a munkaintegrál és az orthométeres magasság közötti összefüggést. E képletből a keresett h_Q

$$h_Q = \int_P^Q \frac{g}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} dh,$$

vagyis identikus átalakítással

$$h_Q = \int_P^Q dh + \int_P^Q \frac{g}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} dh - \int_P^Q dh$$

$$h_Q = \int_P^Q dh + \int_P^Q \frac{g - g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} dh$$

$$h_Q = \sum_P^Q (l' - l) + \int_P^Q \frac{g - g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} dh,$$

tehát

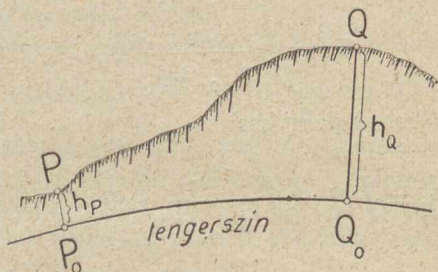
$$h_Q = \sum (l' - l) + \delta.$$

Az orthométeres magasságot a szintezés nyers eredményéből úgy kapjuk meg, hogy azt megjavítjuk az orthométeres korrekcióval, δ -val. Ennek értéke

$$\delta = \int_P^Q \frac{g - g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} dh.$$

Az orthométeres korrekció tehát egy integrál, melynek értéke a nehézséggyorsulás megfelelő értékeitől függ. Nevezetesen szerepel benne a nehézséggyorsulás egy bizonyos, az illető szintezésre nézve állandónak vehető értéke (a $g_{\varphi_Q, 1/2h_Q}$), továbbá az egyes műszerállásoknak megfelelő (változó) értékei.

Vagyis, a dolog lényegének megfelelően, a szintezés eredménye egymagában nem elegendő az orthométeres magasság megállapítására, hanem azt nehézséggyorsulás-mérésekkel is ki kell egészíteni. Azaz, itt is kifejezésre jut az a kapcsolat, ami a magasság és a gravitáció-erő közt van.



5. ábra.

Eddigélé feltételeztük, hogy a szintezés kiindulópontja P , a tengerszinén van. Tegyük fel most *másodszor*, hogy a P pont a tengerszine felett valami h_P magasságban van (5. ábra).

Ismét a munkaintegrálból indulunk ki.

Világos, hogy

$$\int_P^Q g dh = - \int_P^{P_0} g dh + \int_{P_0}^P g dh + \int_{Q_0}^Q g dh.$$

Ámde definíciószerűleg

$$\int_{P_0}^{Q_0} g dh = 0.$$

Továbbá az előzők szerint

$$\int_P^{P_0} g dh = g_{\varphi_P, \frac{1}{2}h_P} h_P$$

és

$$\int_Q^{Q_0} g dh = g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q} h_Q$$

ami által

$$h_Q = \frac{1}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} \int_P^Q g dh + \frac{g_{\varphi_P, \frac{1}{2}h_P} h_P}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}}$$

Ha e képlethez $\int_P^Q dh$ -t hozzá adjuk és levonjuk, úgy

$$h_Q = \frac{g_{\varphi_P, \frac{1}{2}h_P}}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} h_P + \int_P^Q dh + \int_P^Q \frac{g - g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} dh$$

e képletben

$$\int_P^Q dh = \sum_P^Q (l' - l),$$

vagyis a nyers szintezési eredménnyel.

Az orthométeres magasság általános képlete tehát a következő:

$$h_Q = \frac{g_{\varphi_P, \frac{1}{2}h_P}}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} h_P + \sum_P^Q (l' - l) + \delta,$$

ahol a δ az orthométeres korrekciót jelenti

4. Az orthométeres javítás számértékének meghatározása.

A gyakorlatban az orthométeres javítás számértékét legcélszerűbben és egyúttal legpontosabban a nehézséggyorsulás normális értékeivel számíthatjuk ki.

Az orthométeres javítás alapképlete a következő alakba hozható:

$$\delta = \int_P^Q \left(\frac{g}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} - 1 \right) dh.$$

Amde

$$g = g_{45^\circ, 0} (1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta h)$$

és

$$g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q} = g_{45^\circ, 0} (1 - \alpha \cos 2\varphi_Q - \frac{1}{2} \beta h_Q).$$

Vagyis

$$\frac{g}{g_{\varphi_Q, \frac{1}{2}h_Q}} = \frac{1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta h}{1 - (\alpha \cos 2\varphi_Q + \frac{1}{2} \beta h_Q)}.$$

Azaz, tekintettel a nevezőben levő zárjeles tag kicsi voltára,

$$= (1 - \alpha \cos 2\varphi - \beta h) (1 + \alpha \cos 2\varphi_Q + \frac{1}{2} \beta h_Q).$$

A szorzást elvégezve s a $\alpha\beta$ és a α^2 és a β^2 tagokat kicsiségük miatt elhanyagolva,

$$= 1 + \alpha (\cos 2\varphi_Q - \cos 2\varphi) + \left(\frac{1}{2} h_Q - h \right) \beta.$$

E képletből a $\beta \left(\frac{1}{2} h_Q - h \right)$ tagot, mint másodrendű

kicsi mennyiséget el lehet hagyni, tehát

$$\frac{g}{g_{\varphi_Q, 1/2 h_Q}} - 1 = \alpha (\cos 2\varphi_Q - \cos 2\varphi)$$

$$= 2\alpha \sin (\varphi_Q + \varphi) \sin (\varphi_Q - \varphi).$$

Tehát az orthométeres korrekció

$$\delta = 2\alpha \sin (\varphi_Q + \varphi_P) \sin (\varphi_Q - \varphi_P) \int_P^Q dh.$$

Elegendő megközelítéssel $\int_P^Q dh$ helyébe h_Q írható.

A gyakorlatban a szintezés úthossza a föld méreteihez képest kicsiny, vagyis a $(\varphi_Q - \varphi_P)$ differencia legfeljebb néhány fok. Ezért az orthométeres javítás a következő:

$$\delta = 2\alpha \sin 2\varphi \Delta\varphi h_Q.$$

A $\Delta\varphi$ -t kifejezhetjük az úthosszból, L -ből és az átlagos görbületi sugárból, t. i.

$$\Delta\varphi = \frac{L}{R}$$

s így

$$\delta = \frac{1}{R} 2\alpha L h_Q \sin 2\varphi.$$

Ha tehát h_Q -t méterben fejezzük ki, a δ -át pedig mm -ben akarjuk megkapni, úgy

$$\delta = 1000 \frac{0,0052}{6370} L h_Q \sin 2\varphi$$

$$\delta = 0,0008 L h_Q \sin 2\varphi.$$

E képletbe az L km -ben, a h_Q méterben, a δ mm -ben értendő.

A δ pozitív előjelű, ha dél felé haladt a szintezés, negatív előjelű az észak felé haladáskor.

Például, ha

$$L = 1000 \text{ km},$$

$$h = 500 \text{ m},$$

$$\varphi = 45^\circ,$$

akkor

$$\delta = 400 \text{ mm}.$$

Tekintve, hogy a felsőrendű, magas szabatoságú mérésekben

$$\mu_{1 \text{ km}} = \pm 0,5 \text{ mm},$$

tehát

$$\mu_{1000 \text{ km}} = \pm 0,5 \sqrt{1000} = \pm 33 \text{ mm},$$

látható, hogy az orthométeres javítás tetemes értékű lehet s így mellőzése nagy eltérésekre vezethet.

5. A dinamikai javítás.

Megállapítottuk, hogy a munkaintegrál

$$\int_P^Q g dh = g_{\varphi_Q, 1/2 h_Q} h_Q,$$

ahol h_Q a Q pont orthométeres magasságát jelenti.

A fenti képletben a $g_{\varphi_Q, 1/2 h_Q}$ a Q ponttól függő mennyiséget jelent. Nyilvánvaló, hogy ha helyébe egy állandó értéket, például $g_{45^\circ, 0}$ -t írunk, úgy az egyenlőség csak akkor maradhat meg, ha h_Q -t egy megfelelő h_Q' értékkel pótoljuk.

Azaz:

$$\int_P^Q g dh = g_{45^\circ, 0} h_Q'.$$

Természetesen

$$g_{45^0, 0} h_Q' = g_{\varphi_Q, 1/2 h_Q} h_Q.$$

Ez a h_Q' érték az, amit *munkamagasságnak*, vagy *dinamikai kottának* nevezünk. A szintezés eredményének a munkamagassággal való összefüggése egyszerűen állapítható meg. Úgyanis

$$\begin{aligned} h_Q' &= \int_P^Q \frac{g}{g_{45^0, 0}} dh \\ &= \int_P^Q \frac{g}{g_{45^0, 0}} dh + \int_P^Q dh - \int_P^Q dh. \end{aligned}$$

vagyis

$$h_Q' = \sum (l' - l) + \int_P^Q \frac{g - g_{45^0, 0}}{g_{45^0, 0}} dh$$

$$h_Q' = \sum (l' - l) + \delta'.$$

A δ' az új. n. *dinamikai javítás*. Kifejezése az orthométeres javítástól alakilag csak abban tér el, hogy benne a $g_{\varphi_Q, 1/2 h_Q}$ helyett a $g_{45^0, 0}$ szerepel.

A dinamikai javítással megjavított szintezési eredmény voltaképpen azt a munkát jelenti, amit a nehézségi erő ellenében ki kell fejteni akkor, ha az egységsúlyú tömeget a P szintfelületéről a Q nivófelületére visszük át.

6. Összefoglalás.

Az orthométeres magasság és a munkamagasság közül technikai szempontból a munkamagasság a nagyobb jelentőségű, vagyis a szintezések eredményeit voltaképpen a dinamikai javítással kell megjavítani. Az ilyen értelemben való

megjavítás mellett szól az a körülmény is, hogy a kétféle javítás közül tulajdonképen a dinamikai javítás az, amelynek számértéke pontosabban állapítható meg. Ugyanis képletében csupa olyan g érték szerepel, amely közvetlenül mérhető (a δ -ban t. i. szerepel a g_{q_0} , $\frac{1}{2}h_{\text{q}_0}$, melyet nem mérhetünk meg), tehát még akkor is, ha rendes gravitációs hálózat áll rendelkezésre, helyébe kénytelenek vagyunk nem mérésből származó, hanem képletből levezetett, ú. n. normális értéket helyettesíteni.

Vagyis, *a szintezés egymagában nem elegendő orthométeres magasságok, illetve valódi értelemben vett magasságok (munkamagasságok) megállapítására, hanem kiegészítendő gondosan mért gravitációs hálózattal.* Az utóbbinak e szempontból természetesen nem kell nagyon sűrűnek lennie, tekintve, hogy a g változása aránylag nem nagy, vagyis korántsem szükséges a g -t minden műszerállásban megmérni.

A gravitációs hálózatnak tehát a magasságmérés szempontjából is nagy jelentősége van, mert csak általa lehet a szintezés eredményeiből valódi magasságokat megállapítani.

Meg kell említenem, hogy *ha kellően részletes gravitációs hálózatunk nincs, akkor a szintezés eredményeiből célszerűbb a g normális értékeinek felhasználásával orthométeres magasságot levezetni.* Ugyanis a g normális értékeiből az orthométeres javítás pontosabban állapítható meg, mint a dinamikai, amit könnyen beláthatunk, ha figyelemmel vagyunk arra, hogy a g normális értékének számításakor a magassággal összefüggő tag okoz az eredményben némi bizonytalanságot.

Az eddigi országos szintezések redukálásakor orthométeres magasságokat vezettek le, mert megfelelő sűrűségű gravitációs hálózat nem állt rendelkezésre. Azok a kedvező tapasztalatok, melyekkel az Eötvös-féle torziós ingával végzett kísérletek jártak, lehetővé teszik a gravitációs hálózatok olyan terjedelmű fejlesztését, mely már elegendő a dinamikai magasságok helyes értékeinek megállapítására. Nálunk

az *Alföldön* már eléggé sűrű hálózat áll rendelkezésre s így valószínűleg *Magyarország megelőzi az összes külföldi államokat és az első lesz, mely az alföldi elsőrendű szintézisét dinamikai javításokkal láthatja el.* Ezt a tényt, mely tudományos fejlettségünkre nagyon kedvező fényt vet, érdemes kiemelni, hiszen vizágyztálásul és buzdításul is szolgálhat akkor, amikor a sors mostohasága miatt annyi sok téren visszamaradtunk a külföldhöz képest.

RELATÍVITÁS-ELMÉLET ÉS CSILLAGÁSZAT.

Írta: Dr. WODETZKY JÓZSEF.

1879-ben egy 15 számozott kockából álló játék hozta lázba az egész művelt emberiséget. Minden ujság hónapokon át állandó rovatban foglalkozott a „fifteenth-puzzle“-lel; az utcán járó-kelek, omnibuszon, vasúton utazók izgatottan elmerültek az igénytelen kockák ide-oda tologatásába; versenyeket rendeztek nagy díjakkal, nagynevű, komoly tudósok nem sajnálták idejüket s az új türelmi játéknak szentelték érdeklődésüket. Az egész aztán hirtelen divatját multa.

A közelmúlt években valami hasonló izgalmas érdeklődés ejtette ígézetébe az egész művelt világot. De ezúttal az érdeklődés nem egyszerű játéknak, hanem csodálatosképen és kivételesen valamely tudományos elméletnek szólt. Ha két embert hevesen vitatkozni láttunk, biztosra vehettük, hogy erről az elméletről folytatnak élénk eszmeeserét. Az özönével megjelent többé-kevésbé tájékozott és tájékozatlan ujság-cikkek, számtalan népszerű könyv és füzet, nyilvános előadások egyébről sem szóltak, mint a relativitásról. Ez volt a tárgy, mely kivétel nélkül mindenkit érdekelt s sok oly embert ejtett rabul, kik egyébként sohasem foglalkoztak volna azokkal a kérdésekkel, melyeket ez az elmélet felszínre vetett. A körülötte támadt izgalom hihetetlen méreteket öltött. Lelkes védők és elkeseredett támadók heves összecsapásokban már politikai ténre is tévedtek. De a nézetek kezdtek lassan

tisztulni, az izgalom elült s a kérdés végül abba a mederbe terelődött, melyből kezdettől fogva nem kellett volna kiesapnia: a szigorú, tárgyilagos tudományos vizsgálatéba.

Csak örvendetes, ha a közönség minél szélesebb rétegei érdeklődéssel fordulnak az exakt tudományok felé, ha ezeknek nemcsak eredményeit élvezik, hanem az azokat éltető gondolatokkal is megismerkedni igyekeznek. Igaz, hogy az exakt természetű tudományokban ez sokszor nem könnyű feladat, s a szellem tehetetlenségi ellenállása többnyire nehezebben leküzdhető, mint az élettelen anyagé. Annál meglepőbb, hogy a nagyközönség figyelme ily erősen fordult a relativitástan körébe vágó problémák felé, melyek alapjukban véve tulajdonképpen a matematika legbelsőbb házi ügye, tehát a legtöbb ember szemében épen nem hatnának az érdekkeltés varázsával. De más kérdés, hogy van-e értéke és értelme annak, hogy ilyen még el nem döntött s talán még hosszú ideig el nem dönthető egészen speciális természettudományi kérdést mint kész eredményt, mint bebizonyított végleges tényt halljuk emlegetni, mint olyasmit, amit pl. csak *Copernicus* nagyszerű művével lehetne összehasonlítani? Érzelmi momentumokban gyökerező nézeteket mindig nehéz fizikai igazságokkal megdönteni s ezért céltalan is minden összehasonlítás. De a mai kor általános műveltsége mégis csak tetemesen különbözik úgy mélységben, mint felületi elterjedtségben akár a *Ptolemaiosz*, akár a *Copernicus* korától s így az emberek valamely új érzelmi beidegződésnek talán könnyebben hozzáférhetők. Talán ez magyarázza némileg azt az egészen szokatlan érdeklődést, melyet a relativitástan kiváltani tudott.

Seeliger, a müncheni egyetem jeles professzora és az ottani csillagvizsgáló-intézet igazgatója mondja egyik mélyen-szántó értekezésében, hogy „a fizikai elméletek rövidéletűsége arra tanít, hogy az elméleteknek a világegyetemre való kiterjesztésénél nagyon óvatosak és nagyon szerények legyünk”. Sokaknak azonban impulzívabb a természetük, nem szeretnek hosszú ideig várni és hamarabb akarják elméletük gyümölcsét learatni, mint ahogy azt a tapasztalatok igazolják. Viszont

ennek is megvan a maga jogosultsága: ha túlon túl türelemsek volnánk, akkor a tudomány haladása is csak nagyon lassú lépésekkel haladna előre. Ilyen szellemben értelmezendők e sorok, melyek teljes tárgyilagossággal akarnak rávilágítani a relativitástan bizonyítottságának ma is sokat hányortogatott kérdésére,

Nagyon messze vezetne, ha a relativitás elméletét itt fejtegetni akarnám. Ezt annál könnyebben mellőzhetem, mert igen jelesen írt tudományos és népszerű művek erről bőségesen gondoskodtak. De néhány oly dolgot szeretnék elmondani, melyek bizonyára mindenkit érdekelnek, ki valaha a relativitásról hallott.

Hogyan keletkezett a modern relativitás-elmélet? Tulajdonkép egy optikai kísérlet magyarázata szolgáltatta hozzá az első alapot, mely kísérletet *Michelson*¹ végzett abból a célból, hogy vele megállapítsa a Föld forgását a nyugvó éterrel szemben. *Maxwell*² állította először (1865), hogy a fényhullámok lényegükben azonosak az elektromágneses hullámokkal, mely utóbbiak létezését *Hertz* mutatta ki kísérleti úton. *Faraday* kísérleteire és felfogására támaszkodva, *Maxwell* az elektromágneses folyamatokat az ú. n. éter feszültségi jelenségeinek tekintette, ugyanannak az éternek, melynek rezgései a régebbi fényelmélet alapján a fény jelenségeit idézik elő. *Maxwell* kimutatta, hogy a fény másképp terjed két pont között, ha ezek a pontok az éterben közös mozgást végeznek anélkül, hogy az étert magukkal ragadnák, mint ha az éterben mozdulatlanul maradnak. Ebből következik, hogy a *Fresnel*-féle ismeretes fénytalálkozási vagy interferencia-sávok másképen helyezkednek el, vagy amint mondani szokás eltolódnak, ha a Föld az éterhez képest forog és ha megfelelő műszert a forgás irányával szemben különböző irányokban helyezünk el. Igaz, hogy a várt hatás nagyon

¹ Michelson, Albert Abraham német származású; Strelában, Posen tartományban született 1852-ben. A chicagói egyetemen a fizika professzora. Kísérletét először 1881-ben közzölte.

² Maxwell, James Clerk (1831–1879.) a cambridgei egyetemen a fizika professzora.

kicsiny volt, de mégis elég nagy ahhoz, hogy igen érzékeny műszerrel kimutatható legyen.

De *Michelson* a várt eltolódásnak nyomát sem találta. Így arra következtetett, hogy a Föld forgásánál az éter nem marad nyugalomban. *Michelson* azután 1887-ben *Morley*-val együtt sokkal fokozottabb pontossággal megismételte kísérletét, 1905-ben pedig *Morley* és *Müller* végeztek újabb kísérletet a lehető legnagyobb gonddal. Az eredmény ugyanaz volt: semmiféle eltolódás sem mutatkozott. A várt hatás elmaradását többféle magyarázattal igyekeztek megvilágítani. Így *Ritz* feltételezte, hogy a fényhullámok sebessége függ a fényforrás sebességétől. De ez ellen *De Sitter* a kettős csillagok ismert mozgás tünetényeit hozta fel ellenérvül. *Ritz* elvéből ugyanis az következne, hogy ugyanazt a csillagot egy megfigyelés alkalmával egyszerre két helyen is kellene látni pályájában; de ilyenféle jelenség nem ismeretes. *Fitzgerald* és *Lorentz* (1895) majdnem egyidőben azt tételezték fel, hogy a mozgó testek mozgásuk irányában összehúzódást szenvednek, a mozgás irányára merőlegesen azonban nem változik méretük. Ez a sajátságos elmélet tényleg megmagyarázná a *Michelson*-kísérlet negatív eredményét, de azzal a feltevessel, hogy az éter abszolút nyugalomban van. 1904-ben *Lorentz* már oly álláspontot foglal el, mely igen közel jár a relativitás elvéhez, amennyiben kimutatta, hogy az ú. n. *Maxwell*-féle egyenletek nem változtatják alakjukat, ha a bennük szereplő időn és koordinátákon bizonyos átalakításokat eszközölünk, melyek ma általánosan a *Lorentz*-transzformációk néven ismeretesek. 1905-ben *Poincaré* a *Lorentz* munkájában fennmaradt hézagokat kipótolta és általános érvényűnek jelentette ki az ú. n. relativitás elvét, mely szerint a mechanika törvényeinek teljesezniük kell függetlenül az egyenesvonalú, egyenletes mozgástól. Végül *Lorentz* és *Poincaré* munkáitól teljesen függetlenül *Einstein* alapozta meg 1905-ben az ú. n. relativitás-elméletet, mely nemcsak az említett két tudós lényeges eredményeit ölelte fel, hanem a problémát teljesen új felfogásban mutatta be.

Az exakt természettudományokban sokszor szükséges és hasznos, hogy olyan folyamatokról, amelyeknek lényegét nem tudjuk egyszerre átlátni, bizonyos képet alkossunk magunknak oly módon, hogy ezeket a folyamatokat analógiák révén összehasonlítsuk másokkal, melyeket már ismerünk s melyek ennek következtében a felfoghatósághoz is sokkal közelebb állanak. Emlékezzünk csak a villamosság magyarázatára alkotott régi egy- és kétfluidumos elméletekre. Egy másik alakja a magyarázatnak, mikor tisztán logikai, matematikai okoskodásokkal igyekszünk hozzáférközni a tűnemények megértéséhez. Érdekes például szolgálhatnak itt azok a változások, amelyeken a fényről alkotott nézetek estek át az idők során. *Seeliger*-nek előbb idézett kijelentése is beigazolódik és fogalmat alkothatunk magunknak arról is, hogy mint kell érteni valamely elmélet fizikai bebizonyított voltát. Mikor *Malus* fölfedezte a fény polarizációját és *Fresnel* az interferencia tűneményeit, nyilvánvalóvá vált, hogy a *Newton*-féle fényemissziós-elmélet nem tartható fenn tovább. Helyet kellett adnia *Young* hullám-elméletének. Mikor valamely elmélet ilyen jól alapozott kísérleti vagy megfigyelési eredményeken épül fel, akkor igyekszik matematikai bevezetés útján előre látni új tűneményeket vagy összefüggéseket, melyek addig ismeretlenek voltak. Ha ezeket azután sikerül kísérlet útján igazolni, úgy ezt az elmélet újabb igazolásának, alátámasztásának tekintik. Mikor *Fresnel* nézetei alapján *Hamilton* előre megmondta a kónikus refrakció létezését és mikor *Lloyd* ezt utóbb kísérletileg kimutatta, úgy ez az elasztikus fényelmélet nagy diadalának számított. De következtek *Faraday* kísérletei s nyomukban *Maxwell* elmélete. Említettük, hogy *Hertz* kísérletei mennyiben igazolták *Maxwell* meglátásait és következtetéseit.

De a kutatás itt sem tudott megállni. *Maxwell* elméletének nagy nehézségeket okozott a fény diszperziójának, pl. prizmaiban való szétbontásának magyarázata. Ezt a magyarázatot az újabb elektron-elmélet tette lehetővé, melyet aztán nyomon követett a kvantum-elmélet. Látjuk, hogy

biztosnak vett elméletet a következő hetek tapasztalatai megdönthetnek, s azért nagyon meggondoltan és óvatosan kell eljárunk, ha csak azt is akarjuk komolyan megállapítani, hogy valamely elmélet mily fokban, mennyire van behizonyítva.

Einstein első relativitás-elméletére, az ú. n. speciális relativitás-elméletre főleg az időre és térre vonatkozó új és sokban paradoxnak látszó nézetek és bizarr következtetések terelték a nagyközönség figyelmét, mely csak fokozódott, mikor *Minkowski* 1908-ban tartott nevezetes előadásában az idő és tér fogalmának még gyökeresebb megváltoztatását proklamálta.

Láttuk, mint sarjadt a speciális relativitás-elmélet a *Michelson*-kísérlet negatív eredményéből. De szabad-e, vagy jobban mondva lehetséges-e ily messze-horderejű elméletet oly kísérletre alapítani, mely nemcsak hogy a legszubtilisabb mérhetőség határán fekszik, de mely azonkívül nem volt még eléggé és elégszer ismételve. *Eötvös* csodálatosan finom készülékénél már nincsen semmi kétség a mérés eredményét illetőleg. De *Miche'son* kísérleténél?

És csakugyan *Dayton C. Miller* legújabban megismételte ezt a híres kísérletet, de ezúttal pozitív eredménnyel, amely azonban eltér a várt hatástól és így új problémák elé állítja a kutatókat és új kérdéseket vet föl. *La Rosa* pedig *Ritz* elve alapján szellemes magyarázatát adja a kettős csillagoknál észlelt és eddig megmagyarázhatatlannak tartott jelenségeknek, amivel *De Sitter* ellenvetései erejüket veszítik.

A számtalanszor beigazolódott *Newton*-féle nehézkedési törvény pillanatnyilag továbbra ható erőt tételez fel, ami a speciális relativitás-elmélettel össze nem egyeztethető. Ezen elmélet szerint a gravitáció terjedés-sebessége legföljebb a fény sebességével lehet egyenlő, ez utóbbi pedig a vákuumban változatlanul mindig egy és ugyanaz. Már *Poincaré* foglalkozott azzal, hogy a *Newton*-féle törvényt a relativitás elvének megfelelően megváltoztassa. *Minkowski*, *Sommerfeld* és *Lorentz* is foglalkoztak ezzel a kérdéssel.

Mikor a speciális relativitásra vonatkozó vizsgálatok bizonyos fokban befejezést nyertek, *Einstein* 1907-ben megkísérelte, hogy a relativitás elvét nem egyenletesen mozgó rendszerekre is kiterjessze. Ekkor állította az ú. n. ekvivalencia elvét, mely szerint homogén gravitációs térben és egyenletesen gyorsuló rendszerben végbemenő tünetmények azonosan folynak le. Ebből azt a következtetést vonta le *Einstein*, hogy az óra lassabban jár oly helyen, ahol a gravitációs potenciál alacsonyabb és ezzel kapcsolatban rámutatott arra, hogy ez maga után vonja a Nap színeképvonalainak a vörös felé való eltolódását a földi színeképvonalakkal szemben.

Az is következett az említett feltevésből, hogy gravitációs térben a fény sebessége változó, — egyenes ellentétben a speciális relativitás követelményeivel — és hogy ennek folytán a fény görbe vonal mentén halad. Ezzel át volt törve a speciális relativitás-elmélet kerete, az egyenidejűségnek itt szereplő definíciója, valamint a *Lorentz*-transzformációk érvényüket veszítik. Az elméletet még ki kellett terjeszteni nem-homogén gravitációs térre. Többféle próbálkozás után 1916-ban adta meg *Einstein* végleges alakját elméletének, mely általános relativitás-elmélet néven ismeretes. Ebben az előbb említett két hatáson kívül megmutatja,¹ hogy ez az elmélet a Merkur-perihélium mozgását kvantitatíve helyesen adja meg.

Az általános relativitás-elmélet e szerint három olyan jelenségre tud hivatkozni, melyek belőle következnek és melyek igazolják vagy bizonyítják az elmélet helyes voltát, ha a jelenségeket kísérlet vagy megfigyelés útján sikerül kimutatni. Láttuk már eddig is, hogy szorosan vett fizikai kérdések miként kapcsolódtak össze par excellence csillagászati problémákkal. Ez a kapcsolat e két tudomány között mindig megvolt, s a relativitás-elmélet nyomán felmerült problémák ezt a kapcsolatot csak szorosabbá tették. Így hát nem meglepő, hogy az általános relativitás-elmélet a csillagászathoz fordult igazának bebizonyítása céljából. Ezt azért

¹ Már egy előbbi munkájában is, 1915-ben.

is kellett tennie, mert a relativitás-elmélet követelte két első hatás csak igen nagy tömegek közelében jut érvényre, milyenek csak a csillagászatban szerepelnek.

Itt közbevetően rá kell mutatnom arra, miszerint téves néhány túltemperamentumos ujságírónak az a sokszor hangoztatott állítása, hogy az általános relativitás-elmélet megdöntötte *Newton* törvényét. Erről szó sincs. Ellenkezőleg, a relativitás elméletét úgy kellett formálni, hogy minél kevesebbet térjen el a számtalanszor és mindig újból beigazolt *Newton*-féle törvénytől. Olyan finomabb kiegészítésekről lenne szó, amelyeket *Newton* maga még nem adhatott volna meg. Ez a feladat nem volt könnyű, s az általános formulákon sok egyszerűsítést kellett megengednie a relativitás-elméletnek, hogy a közeledés lehetségessé váljék s ne lépjenek fel szembeszökően lehetetlen eltérések.

A három említett jelenség bizonyító erejében azonban, hogy úgy mondjam, fokozatbeli különbség van. A *Merkur*-perihélium mozgásbeli rendellenessége nem közvetlenül észlelhető vagy mérhető mennyiség, hanem egy nagy kiegyenlítő-számításnak az eredménye, mely kiegyenlítésnek az volt a célja és feladata, hogy a Naprendszer alkotó bolygók pályaelemeit s velük összefüggő különböző ú. n. állandókat összhangba hozza. Ilyen kiegyenlítést vagy revíziót legelőször *Laplace*, utóbb *Leverrier* s újabban *Newcomb* végzett. *Leverrier* azt találta, hogy a *Merkur*-perihélium elmozdulásában 38"-nyi eltérés mutatkozik évszázadonként, melyet a *Newton*-féle törvény alapján egyedül a többi ismert bolygó hatásából nem lehet megmagyarázni. Így született meg a Vulkán-bolygó hipotézise, mely bolygó a Merkurnál közelebb kering a Nap körül, s mellyel a jelzett eltérést meg lehetne magyarázni. De ilyen bolygót nem sikerült eddig felfedezni, bár elég tetemes tömegének kellene lennie, ha vele a *Merkur*-perihélium rendellenességét meg akarjuk magyarázni.

Newcomb 41.24"-et talál a *Leverrier* 38"-e helyett. Az eltérés magyarázatára egyes bolygók tömegein kísérelt megfelelő változtatást eszközölni, de kiderült, hogy ez nem lehetséges,

ha nem akarunk ellenmondásba jutni más jól meghatározott értékekkel. Legújabban *Grossmann* kimutatta, hogy *Newcomb* számításaiiba hiba csúszott be, s hogy a Merkúr-perihélium rendellenesség tetemesen kisebb kell hogy legyen s $29''$ — $38''$ között fekszik.

A Merkúr-perihélium mozgásának magyarázatára segítségül vették a Napnak a gömbalaktól való eltérését s a *Newton*-féle törvényt megváltoztatását. De ha ezekkel sikerült volna is ezt a rendellenességet számbelileg megkapni, úgy más bolygónál és nevezetesen a Hold mozgásában oly eltéréseknek kellett volna mutatkoznok, melyek nem kerülheték volna el az észlelők figyelmét. Ilyenek azonban nem mutatkoztak. Hasonló sikertelenséggel kísérelték meg a *Leverrier*-féle Vulkán-bolygót intramerkuriális bolygó-gyűrűvel helyettesíteni. 1906-ban *Seeliger* a zodiakális fényt előidéző kicsiny égitestecskéket vette segítségül a perihélium-rendellenesség magyarázatára. Az ő feltevése a *Newton*-féle törvényt érintetlenül hagyja s nagyon szépen fejti meg a Merkúr-perihélium mozgását és a Naprendszerben ismeretes többi eltéréseket is.

Amíg ezek az említett magyarázat-kísérletek ad hoc alkotott feltevések, addig az általános relativitás-elméletnek a perihélium-elmozdulás szerves folyománya. Azonban többféle nehézség mutatkozik itt is. Az *Einstein*-féle képlet $42.89''$ -et szolgáltat az elmozdulás értékéül, tehát a *Newcomb*-énál is nagyobb értéket. Kisebb érték mindenesetre plauzibilisebb lett volna. A képlet, melyet *Einstein* talált, tökéletesen meg egyezik egy másik kutató képletével, mely az általános relativitás-tan megalkotása előtt 18 évvel vált ismeretessé. *Gerber* vezette le abból a feltevésből, hogy a gravitáció ugyanolyan sebességgel terjed, mint a fény. Levezetése azonban kifogások alá esik. Nyilvánvaló, hogy nem szolgál *Gerber* képletének igazolására sem, ha segítségével a Merkúr-perihélium mozgására $42''$ -et talál. *Gaston Bertrand* 1921-ben kimutatta, hogy számtalan vonzási törvényt lehet fölállítani, melyek mind ugyanezt a képletet szolgáltatják s ugyanígy alkalmasak a Merkúr-perihélium rendellenességének magyarázatára.

De súlyosabb *G. v. Gleich*-nek az a megjegyzése, hogy relativitás-elmélet csak bizonyos elhanyagolásokkal jut az ő egyenleteiből a perihélium képletéhez. Ha ezeket az egyenleteket a kellő szigorral kezeljük, úgy azt találjuk, hogy a perihélium-elmozdulás lehet pozitív vagy negatív, vagy zérus is, s így az említett képlet nem jogosult.

A második megfigyelési lehetőség, amelyre a relativitás-elmélet hivatkozhatik a fénysugár elgörbülése megfelelően erős gravitációs térben. *Laue* a relativitás-elméletről írt nagyszabású és kitűnő munkájában azt mondja, hogy *Einstein*-nek ez a fölfedezése, ha beigazolódik, az emberi szellem egyik legnagyobb diadalát jelenti. *Laue* könyvének megjelenése évében derült ki aztán, hogy már 1804-ben, tehát több mint száz évvel a speciális relativitás-elmélet megalkotása előtt, *J. v. Soldner* jeles német geodéta, a régi *Newton*-féle emissziós-elmélet alapján számította ki a fénysugár elgörbülését. 1833-ban *Poisson*, a kiváló francia matematikus eszközölt hasonló számítást ugyanezen az alapon. *Einstein* első képlete megegyezett a *Soldner*-félével; később, az általános relativitás-elméletben ezt az első értéket megkétszerezte. *Soldner* korábbi felfedezéséről *Einstein* természetesen nem tudott, mert az teljesen feledésbe merült, s a csillagászok annak idején nem siettek *Soldner* felfedezését megfigyeléseikkel kellő próbára tenni. Hasonló eset ez mint a *Foucault*-féle ingakísérleté, melyet 190 évvel *Foucault* előtt már *Viviani* végzett, s amely teljesen feledésbe merült. A jelen esetben azonban az a fontos, hogy a régi, klasszikus fizika is szolgáltat fényelgörbülést, ha feltesszük, hogy a fény ponderomotorikus erőknél van alávetve. 1919 óta a csillagászok nagy gonddal észlelik a teljes napfogyatkozásokat, mert csak ezek alkalmával lehet a távoli csillagok fényének a Nap közelében való elmenetelét észlelni.

A kérdés nemcsak akörül forog, hogy a *Soldner*-féle, vagy az újabb *Einstein*-féle eltérés érvényes-e, hanem hogy más okok is nem-e idézhetnek elő hasonló hatásokat a Nap közelében elhaladó fénysugár útjában. A Nap közvetlen kör-

nyezetét még nagyon kevésbé ismerjük, nem ismerjük a Nap-atmoszféra, a korona alkatát; a fotografikus hatások a fényképlemezen sem ismeretesek még eléggé, s így nagyon óvatosnak kell lennünk, mikor valamely észlelt hatást ennek vagy annak az oknak akarunk tulajdonítani. Még nagyon számos észlelést és sok gondos számítást és összehasonlítást kell végezni, míg az itt esetleg közrejátszó különböző tényezőket szét lehet választani s befolyásukat egyenként latolgatni. Érdekesen illusztrálja ezt pl. az 1922 szept. 21-iki napfogyatkozás. Először azt a hírt bocsátottak világgá, hogy a Wallal-expedíció a lehető legpontosabban igazolta az általános relativitás-elméletet. Később *Campbell* és *Trümpler* azt közölték, hogy az *Einstein*-félénél nagyobb értéket találtak a fény eltérésére, s azt a következtetést vonják megfigyeléseikből, hogy még valamely más hatásnak is kell létezni, mely az előbbihez hozzáadódik, s ez lehetne talán a *Courvoisier*-féle évi refrakció, melyet ez a gondos észlelő fedezett fel.

Viszont mások úgy találják, hogy a napfogyatkozások alkalmával észlelt fényeltérések — melyek a Nap közelében látszó állócsillagok helyeinek csekély megváltozásában jelentkeznek — sokkal jobban egyeznek a *Courvoisier*-féle évi refrakcióval, semmint a relativitás-elmélet követelte értékekkel. Mások meg azon a nézeten vannak, hogy a *Courvoisier*-hatás tisztán a csillagászati észlelések természetéből származó szisztematikus hiba, melynek semmi köze sincs a napfogyatkozások alkalmával észlelt csillagpozíció-eltolódásokhoz. De ha úgy járunk el, ahogyan *Campbell* és *Trümpler*, akkor époly joggal azt mondhatnók, hogy méréseink a *Soldner*-féle formulát igazolják, s azonkívül valamely eddig ismeretlen hatást. Nyilvánvaló, hogy ilyen módon sok mindenfélét lehet bebizonyítani.

Gehrcke nagyon egyszerű meggondolásokkal mutatta ki, hogy szükségszerűen a *Soldner*-féle képletre jutunk, ha fölteszük, hogy a gravitáció hatással van a fényre s hogy valamely csillag fénye a Nap közelében eltérítést szenved, s ha figyelembe vesszük minden fizikai egyenlet legelemibb követelményét, mely szerint az egyenlet két oldala méreteinek

egyezniök kell; de ez természetesen nem bizonyítja sem az éter létezését vagy nemlétezését, sem az emissziós, sem valamely más elméletet vagy feltevést.

A harmadik hatás, mely az általános relativitás-elmélet folyományaként lép fel, a színeképvonalaknak a vörös felé való eltolódása. Ez a hatás az, amelyről sokáig úgy látszott, hogy egyedül az általános relativitás-tan sajátos következménye, annyira, hogy az elmélet megalkotója maga jelentette ki, miszerint elmélete tarthatatlan, ha a vörös felé való eltolódás nemlétezése igazolódna be.

Színeképvonalak eltolódása a *Doppler-Fizeau*-féle elv alapján már régebben ismeretes. De ezen hatás és az általános relativitás-elmélet követelte eltolódás között lényeges különbség van. A *Doppler-Fizeau*-féle hatás létrejöttéhez szükséges, hogy pl. a fényforrás az észlelőhöz képest közeledjék vagy tőle távolodjék. A relativitás-követelte hatás azonban ettől függetlenül akkor is fellep, ha észlelő és fényforrás egymáshoz képest nyugalomban vannak, vagyis változatlanul megtartják kölcsönös távolságukat. Az eltolódás csupán a fényforrás (pl. a Nap) és az észlelő helyének (pl. a Föld) potenciálkülönbségétől függ.

Még 1920-ban *Lenard Fülöp* is azon az állásponton volt, hogy ez a színeképvonal-eltolódás kizárólag az általános relativitás-elmélet révén adódik. Azonban már 1921-ben *Mohorovičić* a polározott fényre, 1922-ben pedig e sorok írója tisztán az emissziós-elméletre támaszkodva kimutatták, hogy a klasszikus fizika is tökéletesen ugyanazt az eltolódást adja és ugyanabban a formában, mint a relativitás-tan, t. i. mint potenciálkülönbséget. Különösen az emissziós elmélet mutatkozott erre a célra nagyon alkalmasnak, úgy mint a fény elhajlásánál is. *Förster* és *Bucherer* a kvantum-elméletből vették le a színeképvonal-eltolódás formuláját, *Lenard* pedig a fénykvantum energiaváltozásából és a *Hasenöhrl*-féle energia-tehetetlenségből. Az észlelés itt még nem nyújtott egységes eredményt. A nagyszerű eszközökkel dolgozó és kitűnő észlelő, mint pl. *St. John*, kezdetben semmiféle vonaleltolódást

sem talált, vagy pedig oly csekély mértékűt, de pozitív és negatív irányban egyaránt, hogy eltolódásról a relativitás-elmélet értelmében nem lehetett beszélni. Más észlelők ellenben, mint pl. *Grebe*, *Bachem* és *Pérot* oly észleléseket tettek, melyek nagyságban elérik a relativitás- és a többi elméletek követelte eltolódást. Újabban *St. John* is arról számol be, hogy ilyen eltolódást észlelt. Megjegyzendő, hogy ez az eltolódás is rendkívül csekély, hogy teljesen a mérhetőség határán fekszik. Eltekintve attól, hogy még nincsenek kiderítve az összes körülmények, melyek a Nap felületén ilyen a *Doppler-Fizeau*-félétől különböző színeképvonal-eltolódást előidézhethetnek, nyilvánvaló, hogy ha végleges és pozitív formában ki is derülne ilyen eltolódás, akkor is nemcsak *egy* elmélet van ezáltal igazolva, hanem mindazok az elméletek, melyek helyes úton ugyanazt az eredményt szolgáltatják. Azzal pedig, hogy a klasszikus fizika is — még pedig sokkal egyszerűbb úton — le tud vezetni oly hatásokat, melyek látszólag a relativitás-elmélet sajátos eredményei voltak, elesik ezen elméletnek az az állítása, hogy a régi *Euklidesz*-féle geometria már első közelítésben sem elégséges a természeti tűnemények leírására s hogy helyébe más, ú. n. nem-euklideszi geometriát kell bevezetni.

Az *Euklidesz*-féle geometria elejtése maga után vonta az általános relativitás-elméletnek azt a feltevését, hogy a térben az ú. n. *Riemann*-féle geometria érvényes s eszerint a tér véges. *Einstein* meghatározta ennek a térnek a görbületi sugarát. Teljesen ugyanezt a görbületet adja az *Euklidesz*-féle tér is, oly csillagvilág számára, melynek tömege elég nagy ahhoz, hogy a fénynek kifelé való terjedését lehetetlenné tegye, amint ezt e sorok írója kimutatta.

Említettük, hogy míg a speciális relativitás-tan a fény terjedésszerűségének abszolút állandóságához ragaszkodott s föltette azt, hogy a gravitáció is csak a fény sebességével terjedhet, addig az általános relativitás-elméletben a fény sebességénél nagyobb sebességek is lehetségesek és a fénysebesség változó. *Laplace* kimutatta, hogy a gravitációnak

legalább hatmilliószor gyorsabban kell terjednie, mint a fénynek, ha a megfigyelésekkel összhangban akarunk maradni. Újabb ily irányú, szintén a klasszikus asztronómiában gyökerező, de más úton induló vizsgálatok nem vezettek kielégítő eredményre s *Laplace* felfogásának helytelen voltát nem sikerült kimutatniok. Újabban *Wood*-nak kísérletileg sikerült megmutatnia, hogy — teljesen eltekintve a gravitációs terektől — fénygözkben a fény nagyobb sebességgel terjed, mint a vákuumban, *Kundt* pedig megmutatta azt, hogy szilárd fémeknél a törésmutató az egységnél kisebb, ami azt jelenti, hogy bennök a fény szintén gyorsabban terjed, mint a vákuumban.

Épen úgy, amint pl. *Soldner* képletéből nem következik az emissziós fényelmélet helyessége, époly kevésbé lehet az említett háromféle képletből a relativitás-elmélet vagy valamely más elmélet igazvoltát bizonyítani. Azonkívül szinte elenyészően csekély és fölötte nehezen mérhető mennyiségekről van szó, s közismert tény, hogy alapjukban nagyon különböző elméletek formailag azonos szerkezetű képletekre vezethetnek, melyek legfeljebb valami arányossági tényezőben különböznek, mint pl. a fény elgörbülésénél a *Soldner*- és az *Einstein*-féle képlet. *Wiechert* az ilyenféle hatásoknak nagyon szellemes és óvatos elméletét alkotta meg, mely az *Einstein*-féle általános relativitás-elmélet, mint speciális esetet foglalja magában. *Wiechert* ezzel éles világításba helyezte a különböző relativitás-elméleteket, minőt pl. *Weyl* is alkotott, ki elméletében az elektromos jelenségeket is felölelte. De *Weyl*-nek ez a kísérlete nem talált visszhangra.

Ha tehát lényegesen le is kell csökkenteni a relativitás-elmélet bebizonyíthatóságába vetett esetleges reményeket, egy kétségtelen haszna mégis volt ez elméletnek, s ez az, hogy felszínre vetett elfelejtett kérdéseket, újabb problémákat állított fel, s oly megfigyelésekre serkentett, melyek nélküle talán csak sokkal később kerültek volna sorra. De azt is megmutatta, mily elővigyázatosan kell eljárunk, ha tisztára formális matematikai eredményeket csillagászati vagy fizikai

jelenségekre akarunk vonatkoztatni. Jellemző erre nézve *Émile Picard*-nak a jeles francia matematikusnak az Académie des Sciences 1923. évi nyilvános ülésén tett kijelentése, mely szerint a relativitás-elméletben rejlő határozatlanság oly nagy, hogy dinamika felépítésére nem látszik alkalmasnak.

„Cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scoprirne la ragione“ — mondta már *Leonardo da Vinci*.

ÚJABB NÉZETEK A CSILLAGOK FEJLŐDÉSÉRŐL.

Irta: Br. HARKÁNYI BÉLA.

Rendszeres megfigyelések nagy száma és elméleti megfontolások az asztrofizikusokat arra a meggyőződésre vezették, hogy az állócsillagok, melyeket évszázadokon át az állandóság szimbólumainak tekintettek, — mint minden a szerves és szervetlen világban — változásoknak vannak alávetve és folytonos, bár emberi mértékkel mérve lassú átalakuláson, fejlődésen mennek át. Mielőtt eme nézetek fejtegetésére reá térnék, kíváncsún tartom az asztrofizikai kutatás némely újabb eredményét röviden ismertetni.

A csillagos ég minden figyelmes szemlélője előtt ismeretes a szemmel látható csillagok igen különböző fényessége; már kisebb távcsővel a csillagok ezreit figyelhetjük meg, melyek fényessége a láthatókénál sokszorta kisebb. Ez az ú. n. látszólagos fényesség az illető égitestekre nem olyan jellemző, mint valódi (abszolút) fényességük, mert a látszólagos fényesség nagymértékben függ a csillagok távolságától, azzal gyorsan: négyzetes arányban csökken. Ha pl. egy adott csillagot jelen helyzetéből kétszerre távolabbra képzelünk eltolva, fényessége negyedrésszére, ha háromszor távolabbra, kilencedrésszére fog csökkenni. Abszolút fényességnek azt a fényességet nevezzük, mellyel az égitest akkor bírna, ha bizonyos egységül választott, adott távolságból látszanék; csak ez az adat lényeges a következő vizsgálatokra.

Hogy e tekintetben milyen különbségek vannak a csil-

lagok közt, csak néhány adattal kívánom megvilágítani. A látzólag legfényesebb Sirius távolsága tőlünk kerek számban 540.000-szer akkora, mint a Napé, a sokkal kevésbbé fényes Sark-csillag 8-szor távolabb van tőlünk; az első valódi fényessége 30-szor akkora, mint a Napé; a második 57-szer akkora. A Scorpió legfényesebb csillaga: α , 27-szer távolabb van, mint a Sirius, valódi fényessége — ez kivételesen nagy érték — 1580-szor akkora, mint a Napé. Ha Napunkat a Sirius távolságába helyezzük, fénye körülbelül akkora volna, mint a Sarkescillagé, ellenben az utóbbi vagy α Scorpii távolában szabad szemmel láthatatlanná válnék. Hogy tehát a csillagok valódi fényességét tanulmányozhassuk, lehetőleg sok csillag távolságát kell ismernünk. Ez a csillag-parallaxisok lemérését kívánja, mi a mérő asztronómiának egyik igen kényes és nehéz feladata s azon kis eltolódások meghatározásán alapszik, melyeket egy közelebbi csillag szenved a távolabbiakhoz képest egy év folyamán a Föld Nap körüli mozgása következtében. Ilyen mérések csak az utóbbi évtizedekben sikerültek s különösen az újabb módszereknek köszönhetjük ismereteink jelentékeny gazdagodását e téren, mi az abszolút fényességek kiszámítását nagyobb számú csillagra lehetővé tette.

A csillagok fényének különbözőségét a színek szerinti összetétel alapján a spektroszkóp segítségével tanulmányozhatjuk. Ezek a vizsgálatok az utóbbi félszázadban igen fontos eredményekre vezettek. A csillagok spektrumai igen különbözők ugyan, de azért elég kisszámú főosztályba sorozhatók be. A jelenleg leginkább használatos osztályozás, mely a legjobban van kidolgozva, Pickeringtől, a Harvard-Observatorium igazgatójától származik. Ezek az ú. n. Harvard-típusok nagy betűkkel vannak megjelölve; ezek mellé számokat írnak az osztályok közötti átmenetek megjelölésére. A következőkre elégséges a Harvard-típusok rövid ismertetése — részletes leírásuk a jelen dolgozat terjedelmét sokszorososan meghaladná. Az A-típushoz olyan fehér csillagok tartoznak, melyek spektrumában erős és sötét hidrogénvonalak láthatók, a spek-

trum ibolya része nagyterjedelmű. A *B*-típus az előbbihez hasonló, de vonalai között a heliumvonalak jellemzők; a fémvonalak mindkét osztályban aránylag kevésbé feltűnőek és csekély számúak. Ha az utóbbiak száma és intenzitása nagyobb és a hidrogénvonalak gyöngébbek, az *F*-típushoz jutunk. Az ilyen csillagok színe már kissé sárgás. A következő típus a *G*, melyhez a Nap is tartozik; itt a hidrogénvonalak már kevésbé feltűnőek a fémvonalak mellett, melyek száma igen nagy; a fény színe sárgába megy át, mi az ibolya rész kisebb területével függ össze. A *K*-típus az előbbihez hasonló, még sűrűbb és intenzívebb fémvonalakkal, melyek sávokká csoportosulnak, mi már vegyületek jelenlétére mutat, az ibolya rész igen kiterjedelmű, a szín sárga vagy vöröses. Végül az *M*-típus következik, mely látszólag gyöngye fényű vöröses csillagokat tartalmaz. Ezek spektrumában a sűrűn álló vonalakból összetett sávok igen feltűnőek, az ibolya rész még az előbbi típusénál is kisebb kiterjedésű. A csillagok túlnyomó többsége ezen típusok egyikébe sorozható be és ha az átmeneteket is figyelembe vesszük az összes spektrumok csaknem folytonos sorozatot alkotnak, melyben minden átmeneti alak képviselve van. Egy-két ritkább osztály ismeretetésétől itt eltekintünk.

A csillagok sugárzását jellemző fontos adat még az eddigieken kívül a felületi hőmérséklet, melyet újabb időben sikerült csak a sugárzásra vonatkozó elméletek alapján meghatározni. A csillagspektrumok fényeloszlását lemérve Scheiner, Wilsing és Rosenberg kiszámították több fényes állócsillag hőmérsékletét és az így talált adatok középértékét a főbb Harvard típusokra. Ily módon igazolták azt a feltevést, hogy a Harvard-típusok nagyjából egy csökkenő hőmérsékleti skálának felelnek meg a *B*, *A*, *F*, *G*, *K*, *M* sorrendben, mint azt a csillagok színéből és a spektrum ibolya részének területéből már régebben következtették. A legmagasabb hőmérséklet felel meg a *B*-típusnak, kerek számban $15,000^{\circ}$ az abszolút skála szerint (Celsius fok hozzáadva 273° -ot) *G*-nek 5500° felel meg, *M*-nek 3000° , mi már a laboratóriumban

is előállítható hőfok; az elektromos ívfény ennél általában magasabb hőmérsékletű. A hőmérséklettel szoros kapcsolatban áll a sugárzó égitest felületi fényessége: ez az a fény, melyet a felület egysége (pl. 1 négyzet cm.) kisugároz. Ez igen gyorsan növekszik a hőmérséklettel, mint azt alacsonyabb hőfoknál minden izzó fémlap megfigyelése igazol. Az újabban megállapított törvényszerűségek alapján ez a felületi fényesség a hőmérsékletből kiszámítható, s ebből megállapítható egy olyan gömbalakú test átmérője is, melynek hőmérsékletét és valódi fényességét ismerjük.

Az eddigiek alapján érthető, hogy az asztrofizikusok már a spektroszkópiai kutatások kezdetén az egyes típusokat úgy értelmezték, hogy azok egy fejlődési vagy átalakulási folyamat különböző fokait jelentik, melyeken az idő folyamán minden csillag áthalad. A legújabb időkig leginkább elterjedt volt az a felfogás, hogy a csillagok fokozatos kialakulása világító ködfolt-állapottal kezdődik; a köd fokozatos sűrűsödése következtében az égitest spektruma az előbb nem említett fényes vonalakat mutató *O*-típuson át emelkedő hőmérséklet mellett a *B*-típusba jut. Az ezután következő sugárzás okozta hőveszteség folytán beáll a hőmérséklet csökkenése s a csillag sorjában az *A*, *F* és *G*-típuson haladva át, végül egyre jobban lehül, fénye sárgásra változik s így a *K*- és végül az *M*-típusig érven hőmérséklete annyira csökken, hogy megszűnvn látható sugarakat kibocsátani, fénye végkép kialszik.

Nem kevésbé valószínű volna azonban a csillagfejlődés irányát éppen a fordított sorrendben feltételezni, mi különben az újabb fizikai elméleteknek jobban is megfelel. Gömbalakú gáztömegek állapota és változásai, amilyeneknek a csillagokat tartjuk, újabban beható vizsgálatok tárgya volt, melyek eredménye röviden a következőkben foglalható össze. Egy forró, gömbalakú gáztömeg állandóan energiát sugároz ki; e sugárzás intenzitása a gáz hőmérsékletétől nagymértékben függ. E mellett a gáz részecskéi között vonzó erők működven, ezek hatása következtében a tömeg fokozatosan összehúzódik, miközben az így végzett munkával egyenértékű hőmennyiség fejlődik.

Ha ez utóbbi nagyobb, mint az egyidejűleg kisugárzott energiá-mennyiség, a gáz hőmérséklete emelkedni fog, ellenkező esetben csökkenni. Ha a kisugárzott energia éppen egyenlő az összehúzódnás útján termelt energiával, akkor a hőmérséklet állandó marad. Ilyen módon magyarázta meg már Helmholtz (1854) a Nap sugárzásának állandóságát és kiszámította, hogy a Nap sugarának évenként 75 méterrel való kisebbedése éppen elégséges a sugárzási veszteség pótlására, ilyen méretváltozást pedig még a legtökéletesebb műszerekkel sem lehetne még századok múlva sem kimutatni.

A vázolt elméleti eredmények alapján könnyen megérthető, hogy az aránylag alacsony hőmérsékletű és ritka gázból álló gömbök az összehúzódnás következtében fokozatosan melegebbekké válnak (condensatio-elmélet). Ezáltal a sűrűség növekedvén, a gömb felülete kisebbedik ugyan, de a hőmérséklet emelkedése következtében a felületi fényesség növekszik s így a két tényező egyidejű hatása folytán a gömb abszolút fényessége állandó maradhat. Ily módon a vörös fényben világító (*M*-típusnak megfelelő) gáztömeg a condensatio következtében magas hőmérsékletű fehérfényű csillaggá alakulhat át, melynek spektruma a Harvard-típusokat a fordított *K*, *G*, *F*, *A*, *B* sorrendben futja át. Behatóbb elméleti vizsgálatok mutatják, hogy ilyen gázgömbök viselkedése némileg attól is függ, hogy mekkora a tömegük: csak elég nagy tömegek érhetik el a legmagasabb hőmérsékleteket, mert kisebb tömegek nem képesek annyi meleget termelni s így csak pl. a *G*- vagy *F*-típusig jutnak.

Ez a második felfogás a csillagfejlődés magyarázatára általában valószínűbbnek és fizikai tekintetben jobban megalapozottnak látszik mint az első, de azért egy lényeges hiányt mutat. Nem tekinthetjük ugyanis a csillagok azon állapotát, midőn hőmérsékletük a maximumot eléri, a fejlődés végpontjának, mert az energia-kisugárzás ezután is folytatódván, a hőmérsékletnek utóbb mégis csökkennie kellene, miért is ismét észlelni kellene a spektrumnak azon alacsonyabb hőmérsékletnek megfelelő típusait, melyek a maximá-

lis hőfoknak megfelelő spektrumot megelőzték. Ha ilyen csillagokat nem találnánk, ez azt jelentené, hogy az az időtartam, amióta csillagok egyáltalában keletkeznek, még nem elég hosszú arra, hogy mindazon csillagok kialakulhattak volna, melyek a fizikailag lehetséges fejlődési folyamatot már teljes egészében befutották. Ennek a felfogásnak valószínűtlenségére N. Lockyer kiváló angol asztrofizikus már régebben felhívta a figyelmet s már akkor kimondotta, hogy nemesak növekedő, hanem csökkenő hőmérsékletű csillagoknak is kell lenni és meg is kísérlette a csillagspektrumok azon kis különbségeinek kikutatását, melyek alapján e két osztály különválasztása lehetséges volna.

A csillagok valódi fényességének és spektrumának tüzetes vizsgálata újabban nagymértékben hozzájárult ennek a kérdésnek a tisztázásához. Így sikerült kimutatni, hogy az *A*- és *B*-típusú csillagok valódi fényessége eléggé nagy különbségeket mutat egymás közt, de a legnagyobb és legkisebb fényesség között minden átmenet előfordul. Ezzel ellentétben a sárga és vöröses csillagok — a *K*- és *M*-típus — sokkal nagyobb különbségeket mutatnak, de oly módon, hogy két feltűnően különböző osztályra: az igen fényes óriás- és a gyöngéfényű törpecsillagokra oszlanak s e két szélsőség közt nem találni átmenetet. Az *M*-típusú óriások fényessége pl. középértékben mintegy 70-szer akkora mint a Napé, a törpéké ellenben az utóbbiának csak 190-ed része. A *G*-típusnál ez a különbség a két csoport között már sokkal kisebb, az *F*-típusnál már alig mutatható ki. Ez a két osztály nem illeszthető be az előbb tárgyalt fejlődési sorozatok egyikébe sem, mert az első feltevés szerint magyarázva a fejlődést, fel kellene tennünk, hogy a sorozat az *F*-típus táján két ágra oszlik, melyek egyike az *M*-típusú óriásokkal, másika az ugyanilyen jellegű törpékkel végződik. A második feltevést fogadva el, a fejlődésnek kétféle kezdőpontból: az óriás- és a törpeállapotból kellene kiindulnia s a két ágnak az *F*-típusú fehér csillagoknál egyesülnie és az *A* és *B*-nél bevezőződnie. E helyett az egyedül kielégítő

megoldásnak Hertzsprung és Russel magyarázatát kell tekintenünk, mely az előbbi két felfogásnak egyesítéséből áll. E szerint a fejlődés kezdetén állanak az M -tipusú óriás csillagok, úgy mint a második feltevésnél, ezek fokozatos kondenzáció következtében egyre melegebben, spektrumuk a típusok sorát az $MK \dots AB$ sorrendben futja be. E közben a valódi fényesség nem változik nagy mértékben s a Napéhoz képest 40-szeres és 70-szeres fényesség között marad. A hőmérsékleti maximum elérése után lehülés következik s ezért a spektrum a Harvard-típusokon fordított sorrendben A -tól M -ig halad át s az égitest mint M -tipusú törpe a Nap fényességének mintegy 200-adrésnyi fényességét éri el s végül tovább hűlvén le, megszűnik látható sugarakat kibocsátani. A hőmérséklet és fényesség ily mértékű csökkenése a fejlődés e második szakaszában úgy magyarázható, hogy a legnagyobb hőfok elérése után az égitest sűrűsége már olyan nagy, hogy az ezután még lehetséges összehúzódása már nem elegendő a sugárzásból eredő hővesztesség fedezésére. — Így tehát az égitest a Harvard-típusok sorát kétszer futja át, mint ezt már Lockyer spektroszkópiai vizsgálatai alapján megkísérlette kimutatni.

A csillagok sűrűsége és hőmérséklete a fejlődés folyamán nagymértékű változáson mennek át. Az átmérő a felületi fényességből kiszámítható, ha a valódi fényességet ismerjük. Mivel pedig a csillagok tömege főképen kettős csillagokon szerzett tapasztalatok alapján általában nem nagyon különbözik a Napétól és a csillagok a fejlődés kezdetén nagy átmérőjűek — átmérőjük a Napénak százszorosát is elérheti — ezért sűrűségük rendkívül kicsiny, a földi légkör sűrűségének kerek számban mintegy $\frac{1}{100}$ - és $\frac{1}{10}$ -része között fekszik. Ezek az óriás égitestek tehát igen ritka gázokból állanak. A legmagasabb hőmérséklet elérésekor a sűrűség a vízhez viszonyítva körülbelül $\frac{1}{3}$, a Napé 1.4-del egyenlő. A fejlődés ezt követő szakaszában a sűrűség és átmérő változása már sokkal csekélyebb; az M -tipusú törpék sűrűsége a víz sűrűségének 3-szorosát aligha haladja túl.

Az eddigi fejtegetések eredményét röviden a következőkben foglalhatjuk össze. A csillagok, mint nem nagyon magas hőmérsékletű, nagy átmérőjű és igen kis sűrűségű gázgömbök kezdenek világítani (*M*-típusú óriás csillagok állapota.). Az összehúzódástól származó energia-mennyiség nagyobb levén a kisugárzott energia-mennyiségnél, a hőmérséklet maximális értékeig emelkedik — *B*-típus a nagyobb, *F* vagy *G*-típus a kisebb tömegeknél. — Ezalatt a fényesség kevésbé változik, a sűrűség nagymértékben növekszik. A maximumot követő szakaszban a hőmérséklet nagymértékben süllyed, a sűrűség keveset változik s a valódi fényesség tetemesen csökken (*M*-típusú törpék) mindaddig, míg az égítést látható sugárzása teljesen meg nem szűnik, mert az e közben összehúzódás által termelt energia nem elégséges a sugárzás okozta hőveszteség pótlására. Ez a felfogás az eddig észlelt jelenségekkel jól egyezik és csak kis számú kivételes esetben okoz a tények ily alapon való magyarázása némi nehézségeket.

Legújabban Nernst foglalkozott a csillagfejlődés problémájával és rokon kosmogoniai kérdésekkel különösen az újabb kémiai elméletek szempontjából. Nernst felismeri azokat a nehézségeket, melyek a fentebb ismertetett kondenzációhipotézisből származnak, ha azon időközök hosszúságát vizsgáljuk, melyek alatt a fejlődési folyamat végbemegy. Helmholtz számításai szerint körülbelül 50 millió évnél kellene elteltie addig, míg a Nap a kondenzáció kezdetétől addig a fokig húzódik össze, mikor sűrűsége a Földével egyenlő. Ezzel ellentétben a geológiai kutatások, melyek közül Nernst az uránérc keletkezésével foglalkozik behatóbban, sokkal hosszabb időtartamokra engednek következtetni attól a ponttól kezdve, midőn a Föld még izzó folyékony állapotban volt egész addig, mikor már szilárd kérge kialakult. Az uránérc korából Nernst azt következteti, hogy ennek az átalakulásnak legkevesebb 1500 millió évig kellett tartania s ezért a Nap és csillagok kialakulására legalább is ilyen rendű időtartamot kell felvennünk. Ezt az utóbbit Nernst mintegy tízezer millió évre becsüli s mivel az ennek megfelelő óriási hőmennyiség

pótlására a kondenzációból származó energia távolról sem elegendő, ennek az energia-mennyiségnek a forrását rádió-aktiv folyamatokban keresi, milyen az uránium felbomlása, mely ugyan igen lassú lefolyású, de igen nagy energia-termeléssel jár. Az urániumra vonatkozó adatokból kiszámítja a csillagfejlődés egyes szakaszainak közelítő tartamát s így pl. arra az eredményre jut, hogy a fejlődés első szakasza az *M*-tipustól a maximális hőmérséklet eléréseig csak mintegy $\frac{1}{5}$ -részét teszi az egész fejlődési folyamat tartamának. Adataiból továbbá könnyen kiszámítható, hogy a Nap mint *G*-tipusú törpe csillag fejlődési tartamának eddig már mintegy $\frac{2}{3}$ -részét befutotta.

A Nernst-féle elmélet további részleteinek ismertetésére, valamint az Eddington-féle legújabb ily tárgyú vizsgálatok fejtegetésére itt nem terjeszkedhetem ki, mert ez a jelen dolgozatom kereteit messze túlhaladná.

AZ ÓRÁK MIKÉNTI SZÁMOZÁSA A HUSZONNÉGY-ÓRÁS ÓRÁKON.

Irta: HAJTS LAJOS.

A napnak 24 órára osztása a csillagászatban ősidők óta használatos. Újabban a 24 órára osztás a polgári időszámításban is mindinkább tért hódít. Nálunk 1921-ben általánosították, azonban leginkább csak hivatalos használatban, a közlekedésben és a katonaságnál vert gyökeret.

A csillagászati és a polgári 24 órás időszámítás a látszat ellenére egymással jóformán csak névrokonságban van, mert amíg a csillagászatban a csillagnapot — a tavaszpont két egymásutáni felső délkörátmenetének időközét — osztják 24 részre és a tavaszpont felső kulminációját tekintik nullórának; addig a polgári időszámításban az egyenlítőn egyenletes sebességgel mozgónak feltételezett Napnak két egymásután következő felső delelésével meghatározott középnapot osztják 24 részre és ennek a képzelt égitestnek, a „Középnapnak“ alsó kulminációját (éjféli

délkör-átmenetét) tekintik nullórának. A 365·2422 naphól álló polgári évre 366·2422 csillagnap esvén, a csillagóra naponta kereken 3^m 56^s-mal tolódik előre a polgári órákhoz képest. A két rendszer különbözősége tehát nyilvánvaló.

Céлом csupán a polgári időt mutató 24órás számlapnak természettudományilag helyes számozására a figyelmet felhívni.

A velencei Torre dell' Orologion levő, a XV. században épült 24 osztású órán a nullóra jobbkézre, vagyis oda esik, ahol az eddigi polgári órákon a harmadik óravonás van. A budapesti, a Kossúth Lajos-utca és Károly-körút sarkán épült óra 24-es rendszerű számlapján a nullpontot fönt, az eddigi tizenkettedik óravonás helyére tették.

A velencei órán a nullpont említett, sajátágosnak látszó, elhelyezésének van természetes alapja, mely abban leli magyarázatát, hogy akkortájt Itália nagy részében az órákat naplementétől kezdve nullórától folytatólagosan 24 óráig számították, — történelmi ereklje, piétás illeti meg —; hogy azonban a budapesti óra lapjának számozásánál természettudományi nézőpont nem játszhatott szerepet, azt felállítása napjától kezdve bizonyára sokan érezték. És ha nem is oly érzelmekkel, mint az a bizonyos vidéki földműves, aki ezen az órán eltűnődik, de rajta eligazodni nem tud, azonban bizonyára minden felmelegedés nélkül fordítunk hátat ennek a nevezetességnek. Már pedig ez az óra, úgy gondolom, azért kapott 24órás számlapot, hogy egyrészt a közönség barátkozzék meg az új időszámítással és másrészt, hogy mintegy követendő mintául szolgáljon az ezután épülő újrendszerű óráknak.

A számozás egyezzek a Nap járásával!

A Nap éjfélkor a horizon alatt van, reggel általában 6 órakor kél, délben a legmagasabban áll és este a horizon alá nyugszik. Ennek megfelelően legyen a nullóra is lent, a 6-ik óra a régi 9-es óravonás helyén, a 12-ik óra fönt és a 18-ik óra a régi 3-ik óravonás helyén. A 6-ik és 18-ik óra összekötővonala mintegy jelezze a horizont. (A percmutatóra vonatkozólag a 60-as rendszer — esetleg 5 percenkénti számozással — természetesen az eddigi 12 órás számlapon dívó berendezéssel maradna érvényben.)

Az az esetleges érvelés, hogy egy ily kiállítású számlap függélyesen felállítva csak a forró égővben — és ott is csak évente kétszer — fűdi szigorúan véve a valóságot, vagyis egyezik teljesen a Középnapi járásával, nem csökkenti a javasolt számozás jelentőségét a mérsékelt égővben sem, mert itt is simúl a Nap járásához azáltal, hogy a 12-ik és 24-ik óra a Középnapi két kulminációját képviseli és ha a világtájakhoz betájékozott óralapot az egyenlítő magasságának megfelelően ferdén tartva képzeljük, akkor az óramutató itt is egyenesen mutatja a Középnapi helyének. Ugyanígy használható volna az óra a hideg égőv alatt a vízszíntest jobban megközelítő tartás mellett.

Egy ilyen számlap-elrendezés — ha általánosíttatnék — jó demonstráló eszköz volna az iskolákban, mert hozzákapcsolva egyéb csillagászati-földrajzi jelenségek is könnyen bemutathatók volnának, így pl. a nap tartama különböző szélességek alatt, nyáron, télen, azáltal, hogy a horizon szintjét a számlapon megfelelően párhuzamosan áthelyezzük, — és egyebek. A köznép is bizonyára könnyebben fog egy ily — természetismereteinek jobban megfelelő — órával megbarátkozni, mint az említett budapesti órával.

Még egy nem megvetendő momentum szól a javasolt számozásnak idővel a zsebórákra való kiterjesztése mellett is és ez — az órának praktikus felhasználása a szabadban való tájékozódásban, jelesen a világtájaknak a Nap után való felkeresésében. Az eddigi 12 órára osztott órák óramutatója kétszer oly gyorsan jár, kétszer akkora szögtávolságot ír le záros határidő alatt, mint a Nap, ha tehát felakartuk keresni a Dél irányát, akkor az óra mutatóját a Nap irányába állítottuk és megfeleztük ezen irány és a 12-ik óravonás közti szöget. A javasolt 24-es osztású számlappal bíró órával a felezés elmaradna, mert amidőn az óramutatót a Nap irányába állítjuk, a 12-es óravonás egyenesen a déli irányt mutatja meg.

A CSILLAGOK PILLOGÁSA.

Irta: Dr. STEINER LAJOS.

Még a fővárosi ember is, aki csak nyári szabadság-ideje alatt részesül abban az élvezetben, hogy a város poros, füstös levegőjéből kikerülve a csillagos eget teljes pompájában csodállhatja, tapasztalásból tudja, hogy a csillagok sokszor rezegni látszanak, fényerősségüket és — ha nem emelkedtek még magasra (40° -nál magasabbra) a horizon fölé — színüket is rövid időközökben változtatják. A falusi nép jól ismeri e jelenséget, melyet a csillagok pillogásának vagy pislogásának, tudományos néven scintilláció-nak hívnak. Ismerte már e jelenséget *Aristoteles*, azt tartva, hogy „az álló csillagok szikrázni látszanak, a bolygók azonban nem“. *Ptolomaeus* tudta, hogy a csillagok a horizon közelében erősebben pillognak, mint mikor nagyobb a magasságuk.

A csillagok rezgésének, pillogásának egyik következménye, hogy a csillagok képe a távcsőben nem pont, hanem egy parányi kis köralakú korong, melynek átmérője megadja azt a távolságközt, amelyben a csillag képe ide-oda mozog. A gyors egymásutánban más-más helyre kerülő csillagképek ugyanis egy korongba folynak össze. E korongot pillogási körnek hívják. Ez a tapasztalat módot nyújt a csillagoknak rezgésében nyilvánuló látszólagos helyzetváltozás nagyságának mérésére. E helyzetváltozás megállapítására a Hold és a Nap széle egyes pontjainak ide-oda lengése is szolgál. Ha a Napot (vagy Holdat) távcsővel nézzük, azt vesszük észre, hogy a napkorong széle hullámozó mozgásban van; a napkorong szélének pontjai ide-oda rezegnek és összeségükben ezek a rezgések haladó hullámozó mozgás benyomását teszik. Hasonló jelenség ez ahhoz, amelyet akkor látunk, amikor nyáron felmelegedett rét vagy szántóföld felett végig tekintünk és a távoli tárgyakat rezegni látjuk. E két jelenség nemcsak külsőleg, hanem, amint látni fogjuk, eredetét tekintve is teljesen hasonló.

A csillagok fényerőváltozásainak könnyebb megfigyelésére *Marius Simon* csillagászról elnevezett *Marius*-féle jelenség szolgál. Ha a távesövet egy csillagra irányítjuk, azután az okulárt kivesszük és helyébe szemünket tesszük, a csillagképet korongnak látjuk (*Marius*-féle korong), amelyen folytonos fényerőváltozásokat, kisebb magasságnál színváltozásokat is figyelhetünk meg. Kényelmesebb a megfigyelés, ha *Nicholson* eljárása szerint az okulárt nem távolítjuk el, hanem eltoljuk, úgy hogy a csillag éles képéből korongot kapunk. A pillogás megfigyelése úgy is történhet, hogy a távesövet gyenge kopogtatással rezgésbe hozzuk, miáltal a csillag képe görbe pályát ír le, amelynek egyes részei a színpillogásnak megfelelően más-más színben látszanak.

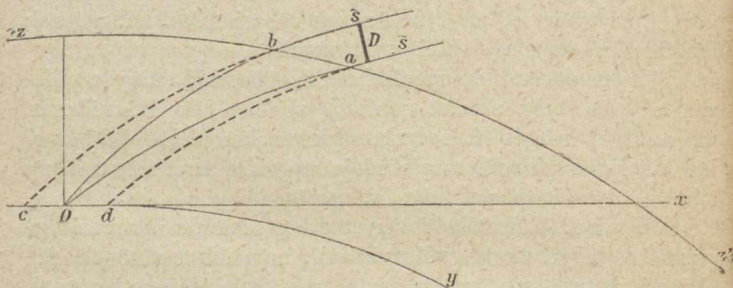
Ilyen és hasonló mérésekből megtudtuk, hogy a pillogás idő és hely szerint változó, a fény- és színváltozás, valamint a rezgés másodpercenként sokszor (10—20-szor) ismétlődik, a pillogás amplitúdója, vagyis a rezgésköz néhány (2—6'') ívmásodpercet tesz ki.

Gyakorlati fontosságot nyer e tapasztalat, amikor csillagvizsgálók helyének megválasztásáról, nagyobb távesövek felállításáról van szó. Az égi testek megfigyelésének élességét ugyanis a pillogási kör nagyban csorbíthatja. Mennél nagyobb az utóbbi, annál kevésbbé élesek a részletek a megfigyelt égi tárgyakon. Kettős csillagok nem ismerhetők fel, ha a pillogáskör nagyobb vagy akkora, mint a két csillag egymástól való látszólagos távolsága. Ezért Amerikában, a nagy távesövek hazájában, új csillagvizsgálók felállításánál nagy figyelmet fordítottak a kiválasztandó hely optikai minőségének megvizsgálására.

A fent felhozott példában, amidőn forró nyári napon réten vagy szántóföldön végig tekintve, a távoli tárgyakat rezegni látjuk, a talajtól felmelegedett és ennélfogva ritkábbá vált és felemelkedő kis levegőtömegek okozzák, hogy a tárgyakról jövő fénysugarak, kis időközökben más-más irányba eltérítettnek. A szem pedig a hozzá érkező fénysugár irányában, tehát rövid időközökben más-más irányban látja a tár-

gyat, vagyis a tárgy rezegni látszik. E jelenséget ablaküveg segítségével mesterségesen utánozhatjuk. Az ablaküvegben mindig vannak apró sűrűségbeli egyenetlenségek. Ezek okozzák, hogy ablaküvegen át nézve a tárgyakat, azokat torzítva látjuk. Ha ily üveglapot szemünk előtt gyorsan ide-oda mozgatunk, a látott tárgy egy pontjának rezgése a pillogásnak teljes analogonja.

A szabad légkörben is vannak ily sűrűségbeli egyenetlenségek. A levegőtömegek keverednek egymással; mozgásuk nem történik általában rendezett áramlás alakjában, hanem



Pernter: Meteorologische Optik c. művéből.

úgynevezett turbulens módon, vagyis olyanféle módon, mint a vízhullám, midőn sekélyebb parthoz érve, átbukik. Így megtörténik aztán, hogy a szél a csillagtól jövő fény útjába rövid időközökben más-más sűrűségű légtömegeket hoz, amelyek — lencse módjára hatva — a fénysugarat kitérítik útjából. Így jön létre a csillagoknak a pillogásban jelentkező helyzetváltozása, rezgése.

A csillagok azonban általában nemcsak helyüket változtatják, hanem színüket is. Ezt is megértjük, ha a csillagból jövő fénysugarat a légkörünkben megtett útján figyelemmel kísérjük.

A csillagokból hozzánk érkező fénysugár ugyanis légkörünkön áthaladva fénytörést szenved és mivel a fehér fényt

alkotó különböző színek, a szivárvány színei különböző erősen töretnek meg, a fénysugár egyszersmind színeire bontva érkezik hozzánk. A mellékelt ábrán Ox az O -ban levő észlelő horizonja, Oy a Föld felülete és zz' légkörünk határa. Az O -ban álló észlelő szemébe tehát a b -ben színeire bontott sugárból, melynek bc a vörös és bO az ibolya színű komponense, a bO (ibolya) érkezik, az a -ban színeire bontott sugárból pedig, melynek aO a vörös és ad az ibolya színű komponense, aO (vörös) jut az észlelő szemébe, a közbeeső helyekről pedig a vörös és ibolya szín közt levő többi színű (narancs, sárga stb.) sugarak érkeznek az észlelőhöz, úgy hogy a csillag képe kicsiny, néhány ívmásodpercenyi spektrumhúzáva jelenik meg a szemben, Szemünk a spektrum kicsinységénél fogva az egyes színeket nem tudja megkülönböztetni egymástól, hanem a színek keverékszíneben, fehérnek látja a csillagot. Képzeljük már most, hogy a szél az aOb által határolt téren át valahol egy a meglevő sűrűségtől elütő sűrűségű levegőtömeget hajt át. Ha e levegőtömeg mérete akkora, hogy a bO és aO sugarak által bezárt köz csak egy részét fedi, akkor tovahaladása közben a különböző színű sugarakat egymástól függetlenül és egymásután kitéríti, vagyis egymásután kikapcsolja őket a bOa sugárkévéből és az észlelő a csillagot a meghagyott színek keverékszíneben és megváltozott fényerőben látja. Az áthaladó levegőtömeg méretétől, a Föld felszíne feletti magasságától, a szél erősségétől függ, hogy a színváltozás mily gyorsan történik és mennyire élesen különböztethetők meg egymástól az egymásra következő színek.

Mennél magasabban áll a csillag (mennél kisebb a zenit-távolsága), annál közelebb esik ugyanazon magasságban a földfelé a bO és aO sugár. Ha a szélről hajtott eltérő sűrűségű légtömegecske — nevezzük rövidség kedvéért légsodratnak (németben Luftschliere) — mérete akkora, hogy az összes színeket egyszerre befolyásolja, akkor általában színváltozást nem veszünk észre, csupán rezgést. De akkor sem látunk színváltozást, ha a légsodrat kisebb ugyan mint a két szélső sugár köze, de a szél akkora, hogy a légsodratot

elegendő gyorsasággal viszi tovább; szemünk ugyanis a 0.04 másodperc vagy ennél kisebb időközben egymásra következő és a retina közel ugyanazon pontjára eső színbenyomásokat nem veszi külön észre, hanem azok összefolynak. Mindebből következik, hogy a színpillogás a horizonthoz közelebb eső csillagokon vehető csak észre, továbbá, hogy erős szélben a horizonthoz közelebb eső csillagokon is a pillogás általában inkább csak rezgésben és fényerősségváltozásban jelentkezik színváltozás nélkül. E következtetéseket a tapasztalat is megerősíti. A szél iránya befolyással van a pillogásban fellépő színek egymásutánjára. Ez az oka annak, hogy a nyugati égen álló csillagoknál a csillagspektrum színeinek egymásután való kioltása vörös—ibolya irányban történik, a keleti égen álló csillagoknál megfordított sorrendben, amint azt *Respighi* megfigyelései mutatják. E jelenség a fenti rajz tekintetbevételével a felső rétegekben uralkodó szélviszonyokban nyer magyarázatot. A felső lég-rétegekben (8—10 km-től felfelé) a mi szélességünkben a nyugati szél az uralkodó; a nyugatról kelet felé szállított légsodratoknak valóban a fentemlített egymásutánban kell a csillagspektrum színeit befolyásolnia, amely spektrum a légkörben történt sugártörés folytán jó létre. Oly vidékeken, ahol a keleti szél az uralkodó, a színek kioltásának egymásutánja ellenkező irányú. *Exner* megfelelő egyszerű kísérleti berendezésekkel a légsodratok nagyságát is meghatározta. A bécsi 12 hüvelykes távcsövet egy csillagra irányítva az okulárt betolta, úgy hogy pillogáskorong (*Marius*-féle korong) keletkezett, az objectív elé pedig egy ernyőt tett, amelyen egyenes rés volt kivágva, miáltal a *Marius*-féle korong sávalakká válik. E sáv csak addig egyenes, míg nincs pillogás; ha pillogás van, szabálytalan hullámvonallá válik, amelyben a hullámvölgyek és hegyek hossza és mélysége folytonosan változik. Ha megszámloljuk, hogy egyidőben hány hullámhegy és völgy látható, ebből a rés hosszának ismerete mellett a légsodratok nagyságát meg lehet határozni. *Exner* megfigyeléseiből néhány centimétertől néhány deciméterig terjedő méreteket talált.

Általánosan azt tartják, hogy a bolygók nem pillognak, sőt ezt oly ismertető jelnek tekintik, melynek alapján a bolygókat az állócsillagoktól meg lehet különböztetni az égen. Ily általánosságban a tétel nem áll és figyelmes észlelő csakhamar rájön arra, hogy a bolygóknál is vehető észre pillogás, de ritkábban és kevésbé erősen, mint az állócsillagoknál. A bolygók akkor pillognak, amikor a horizon közelében vannak és az állócsillagok igen erősen pillognak. Merkúr és Vénusz, amikor vékony sarlóalakjuk van, erősen pillognak, a többi bolygónál a pillogás mindig gyenge. Ennek oka az, hogy felületük egyes pontjai egymástól függetlenül pillognak, a rezgő képek összefolynak és szemünkben egyenletesen megvilágított korong benyomását teszik. Pillogás nem jó létre oly bolygónál, amelynek látszólagos átmérője jóval nagyobb a légsodrat látszólagos átmérőjénél. Az utóbbi néhány ívmásodpercet tesz ki, a bolygók látszólagos átmérője a Földtől való különböző távolságuk szerint a következő határok között ingadozik: Merkúr $4'5''$ — $12'9''$, Vénusz $10'2''$ — $68'2''$, Mars $3'5''$ — $25'6''$, Jupiter $30'8''$ — $55'7''$, Szaturnus $14'6''$ — $20'3''$; tehát pillogás keletkezésére a kedvező lehetőség csak igen korlátolt mértékben van meg. A Hold és Nap szabad szemmel látható pillogást akkor mutat, amikor csak keskeny sávja világít, például fogyatkozásakor; távcsővel észlelve a szélen mutatkozó hullámlásban jelentkezik a scintilláció.

Amint láttuk, a pillogás jelensége teljes magyarázatot nyer azzal a feltevessel, hogy a fénysugár útjába rövid időközökben más-más sűrűségű kis levegőtömegek kerülnek. Ily sűrűségbeli különbségek keletkezésére a légkörben megvan a lehetőség. Az alsóbb rétegekben a melegebb és hidegebb levegőtömegeknek keveredése, a fel- és leszálló áramok okozta egyenetlenségek stb. szülnek sűrűségbeli hirtelen változásokat ugrásokat. De maga a légáramlás is épen turbulens voltánál fogva, légsodratokat szül. A hőmérséklet-különbségek inkább az alsó rétegekben, a turbulencia főképp a nagyobb magasságokban szerepel, mint pillogást keltő ok. Ebből

érthető, hogy a pillogás a légkör meteorológiai viszonyaival összefüggésben van.

Csillagászati észleléseknél fel szokták jegyezni a képek jóságát. A képek minőségét vékony felhőréteg, füst, por stb. befolyásolhatja, de befolyásolhatják a szélről a fénysugár elé hordott légsodratok is, amelyek a pillogást is okozzák. A szélviszonyok általában (helyi okoktól eltekintve) az általános időjárási helyzettől függnék, mely a légnyomáselosztásban jut kifejezésre. Valóban történt kísérlet annak megállapítására, hogy a csillagászati képek jósága és — mivel e megfigyeléseknél a füsttől, portól való befolyásoltatás ki volt zárva — a pillogás is milyen összefüggésben van az időjárási helyzettel. Az eredmény nagyjában az, hogy a csillagászati képek rosszabbak, amidőn az észlelőhely ciklonban (alacsony nyomású területen) van és jobbak anticiklonos (magas nyomású) helyzetnél. Ha meggondoljuk, hogy a légkeveredés, légmozgás és általában a turbulencia nagyobb a ciklonos, mint anticiklonos helyzetnél, úgy ez az eredmény természetesnek látszik. A népies időjósolásban is szerepel a pillogás, amidőn azt tartja, hogy télen, amikor a csillagok erősen pillognak, nagyon hideg lesz.

GRAVITÁCIÓS KUTATÁSOK EÖTVÖS TORZIÓSI INGÁJÁVAL.

Irta: Dr. PEKÁR DEZSŐ

a Bárány Eötvös Loránd Geofizikai Intézet vezetője.

Hazánk történetének szomorú korszakában, a gyászos emlékű vörös uralom idején a fizika tudományát súlyos veszteség érte. Legnagyobb magyar tudósaink egyike báró Eötvös Loránd, a budapesti tudományegyetem világhírű professzora 1919. április 8-án elköltözött az élők sorából. Csendben és szerényen munkálkodó igazi tudós volt, aki tulajdonképpen a saját örömeire végezte kutatásait és aki a tudományt csak önmagáért minden egyéb mellékcél nélkül művelte. Nem a

kor divatos kérdéseivel foglalkozott, hanem néhány kisebb vizsgálatától eltekintve állandóan megmaradt három nagy problémája mellett. A folyadékok felületi feszültségének, a gravitációnak és a földmágnesességnek titkait fürkészte és mindegyik téren korszakalkotót teremtett. Vele beteljesedett az, amit még évtizedekkel ezelőtt a Magyar Tudományos Akadémia egyik közgyűlésén elnöki megnyitójában a tudományok művelőinek buzdítólag mondott: „Igazán diadalünnep akkor lesz, amikor a magyar tudomány haladását meg fogja látni és gazdagodásnak fogja tekinteni az egész világ!” Gravitációs módszerét és az e vizsgálatokra szerkesztett torziós ingáját tényleg az egész világ ismeri és egyre fokozottabb mértékben használja. E téren a külföld legjelesebb tudósai jórészt közvetlenül Eötvös intézetében tanulták meg e kutató eljárást és Japántól Amerikáig több torziós ingán büszkén olvashatjuk: „Made in Hungary”.

Áldozzunk hálás kegyelettel Hazánk nagy fia emlékének ez új Almanach első hasábjain annyival is inkább, mert gravitációs mérései a csillagászat tudományával szorosan kapcsolatosak. Bolygónk felületének a Földfelület alakjának pontos meghatározását ugyanis épen Eötvös torziós ingája adja meg.

*

Eötvös gravitációs vizsgálatainak vezérgondolata, hogy *ő a nehézség térbeli változásainak meghatározására a torziós ingát használta fel.* Ez alapon felépült sajátos vizsgálati módszerét két biztos pillérre fektette. Az egyik az eljárás szigorú fizikai-matematikai elméletének kifejtése, a másik az e célra alkalmas, szinte hihetetlen érzékenységgű eszköz megszerkesztése. Ily módon kezében a fizikusok lomtárában heverő eszköz, a torziós inga szinte csodákat művelt. Eddig hozzáférhetetlen fizikai problémák megoldását tette lehetővé a tudományban, újabb alkalmazásában pedig biztos varázsvesszőként nyújt felvilágosítást a gyakorlati geologusnak a föld mélyének felkutatásában.

Eötvös első gravitációs mérései természetesen eleintén

a laboratóriumban történtek, azután egyes próbák a Sághegyen, a Gellérthegy aljában, majd Szentlőrincen és Budapesten, valamint környékének egyes helyein. Az első részletesebb felvételt 1901-ben a Balaton jegén végeztük s azóta a rendszeres mezei mérések folytonosan és pedig egyre szélesbedő mederben folynak. Magam úgyszólván kezdettől fogva részt vettem Eötvös alapvető gravitációs kísérleteiben, amelyek kapcsán a mezei torziós inga kialakult; a szabadban való felvételek, az e célra szervezett mérőexpedíciók vezetése is kezdettől fogva, immár majdnem negyedszázadon át az én feladatom. Eleintén a Magyar Tudományos Akadémia, illetve Dr. Semsey Andor bőkezű támogatása tette lehetővé e mérések végzését. Amidőn Eötvös 1906-ban az „Internationale Erdmessung“ budapesti kongresszusán ez új módszeréről előadást tartott, azt a világ minden részéből összesereglett delegátusok a legnagyobb érdeklődéssel fogadták, sőt az akkorigban Arad vidékén működő mérőexpedíciót is felkeresték. A kongresszus e méréseket oly nagy horderejűeknek ítélte, hogy G. H. Darwin, a nagy Ch. Darwin méltó fiának felszólalására külön kérelemmel fordult a magyar kormányhoz: tegye lehetővé e kutatások nagyobb mérvben való végzését. A kormány méltányolta a külföld érdeklődését és 1907-től kezdődőleg igen tekintélyes évenkénti szubvencióban részesítette Eötvös kutatásait. Ebből egyrészt a folyó kiadásokat fedeztük, másrészt a szükséges újabb műszereket és expedíciós felszerelési tárgyakat szereztük be. Ezzel megalakult Eötvös geofizikai intézete.

A bányakutatások tudós vezetőjének, Böckh Hugónak ajánlatára a pénzügyminisztérium 1915-től kezdődőleg a torziós inga méréseket programjába felvette és tekintettel a háborús nehéz gazdasági viszonyokra ugyancsak bőkezű támogatásban részesítette. Ez idő óta, tehát már majdnem egy évtizeden át, a kutatások főleg tisztán gyakorlati cézzal folynak, s ily módon Hazánk hasznosítható ásványi kincseinek felkutatásában a torziós inga mérések adatait is felhasználjuk. Természetes azonban, hogy e gyakorlati cél egyáltalán

nem csökkenti a kutatási eredmények tudományos értékét, hiszen ily módon Földünk nehézségi erőterének tekintélyes darabjait ismerjük meg teljes részletességgel, a mi már maga értékes adat és sokoldalú tudományos következtetésekre nyújt alkalmat. Eötvös halálával 1919-ben a vallás- és közoktatásügyi minisztérium a geofizikai intézetet teljes felszerelésével a pénzügyi tárcának engedte át, ahol az a bányakutatói osztály keretében mint „*Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet*“ vezetésem alatt működik. Az intézmény egyrészt Eötvös gravitációs kutatásainak tudományos továbbfejlesztésére, másrészt a főleg gyakorlati irányú mérések végzésére van hivatva.

*

Mielőtt a végzett méréseket és azok jelentőségét részleteznők, ismerkedjünk meg legalább főbb vonásokban a nehézségi erővel, Eötvös módszerével és torziós ingájával.

A nehézségi erő, avagy nehézség a testek súlyában nyilvánul meg. Megismerésére két adatát kell meghatároznunk, nevezetesen az erő irányát és nagyságát. *A nehézség irányát a függőön adja meg.* A függőön csak nagyjából mutat a Föld központja felé, mert a Föld forgása miatt eltér. Ezenkívül a függőön irányában más szabálytalanságok is vannak. Ezeket *függőneltéréseknek* hívjuk s meghatározásuk rendszeren megfelelő asztronómiai és geodéziai mérések útján történik. *A nehézség nagyságát, a tömegegységre ható erővel, az egy gramm súlyával definiáljuk,* és alkalmas változatlan egységekben, CGS egységekben, dynekben szoktuk kifejezni.¹ A nehézség nagyságát rendszeren ingával határozzuk meg, amelynek lengésideje tudvalevőleg épen a nehézségi erő nagyságától függ.

Ha ily méréseket végzünk, arra az eredményre jutunk, hogy a nehézség a Föld különböző helyén más és más. A

¹ A fizikában célszerűségi okokból oly egységeket használunk, amelyek megfelelő összefüggések és törvényszerűségek alapján bizonyos változatlan alapegységekre vannak visszavezetve. Rendszeren a hossz-, tömeg- és idő-egységből, a centiméter, a gramm és a másodpercből indulunk ki, s az ily egységet CGS egységnek nevezzük. Az erő CGS egysége a dyn.

nehézség ugyanis nem egy egyszerű erő, hanem már két erőnek a Föld vonzóerejének és a Föld forgásából származó centrifugális erőnek eredője. Ez magyarázza meg, hogy a Föld felületén magasabbra, azaz felfelé emelkedve, továbbá a sarkoktól az egyenlítő felé haladva a nehézség csökken. E változások a nehézségi erőnek szabályos, *normális változásai*. Ezekhez azonban még más *szabálytalan változások* is csatlakoznak, amelyek a földfelület egyenetlenségeiből és a kőzetek különféleségéből keletkeznek. Hogy a földfelület látható kiemelkedései, a hegyek gravitációs zavarokat okoznak az már régóta ismeretes. Nagy hegységek közelében tapasztalták, hogy a függőön a hegy felé hajlik. Ugyancsak zavarokat okoznak azonban a föld felszíne alatt elterülő különböző sűrűségű rétegek is. A vonzóerő ugyanis tudvalevőleg a hatótömegekkel arányos, amiért is a különböző sűrűségű rétegek különböző mértékben vonzanak és így a nehézségben változásokat okoznak. Tekintetbe véve továbbá, hogy a vonzóerő a távolság növekedésével csökken (és pedig annak négyzete arányában), a fellépő hatásokat könnyen megmagyarázhatjuk.

Képzeljünk példaképen a föld felszíne alatt, a lazább felületes réteg alatt egy nagyobb sűrűségű anyagból álló kiemelkedést. Ez esetben, ha a föld felületén végig haladva a földalatti sűrűbb tömeghez közeledünk, akkor egyrészt a nehézségi erő nagysága növekedik, másrészt iránya a sűrűbb tömeg felé hajlik. Közvetlenül a sűrűbb tömeg felett pedig a nehézség legnagyobb. Ki kell azonban emelnem, hogy a valóságban *e nagyság és irányváltozások igen kicsinyek* és pedig a vonzóerőt jellemző állandó, a gravitációs konstans kicsiny volta miatt.¹ Igen nagy zavarok esetén is, a legnagyobb eltéréseket véve figyelembe, a nagyságbeli változás a nehézségi erőnek csak néhány százvezred része, az irányváltozás meg csak néhány másodperc. Éppen ezért e változásokat a régebbi módszerekkel rendkívül nehezen és hosszadalmasan,

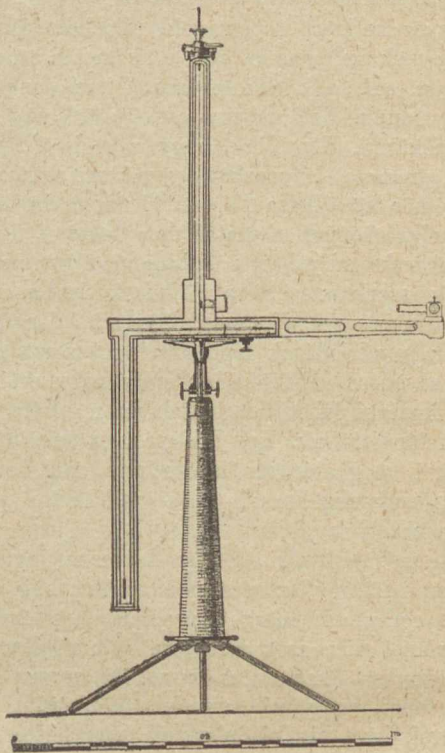
¹ A gravitációs konstans azt az erőt jelenti, amellyel 1 gramm tömeg egy másik 1 gramm tömegre 1 centiméter távolságból hat. Értéke: $0.000\ 000\ 066\ 3\ \text{dyn} = 0.000\ 000\ 000\ 067\ 6\ \text{gramm súly (Budapestén)}$.

vagy egyáltalában nem tudták lemérni. Eötvösnek támadt az a gondolata, nem lehet-e oly eszközt szerkeszteni, amelylyel a nehézség változásait igen kis térben, magának az eszköznek terében lemérhetjük, amely tehát nem magát a nehézségi erőt, hanem *közvetlenül annak változásait méri*.

Az eszköz szerkesztésében az első főnehézség, hogy annak igen érzékenynek kell lennie, vele a nehézségi erő változásait kb. a gramm súlyának billiomodrészét tevő pontossáig kell meghatározhatnunk. Ez elenyésző csekély erőt egy hasonlattal kívánom érzékíteni. Képzeljük, hogy valami ördögös gépezettel egy 1 grammos súlyocskát oly vékony dróttá nyújtunk, hogy az 25-ször körüléri a Földet. E finom drótból, melyet semmiféle mikroskóppal meglátni nem lehetne, 1 milliméter hosszú darabocskára súlya éppen 1 billiomod gramm. Ily érzékeny eszköz szerkesztésére a fizikusok fontos műszere, a mérleg egyáltalán nem alkalmas. Egyrészt a forgástengelyen, az éleken nagy súrlódások lépnek fel, másrészt a mérlegre mindenkor az egész nehézség hat s ily nagy erő mellett az igen kicsit lemérni lehetetlen. Általában másfajta méréseknél is ugyanezt tapasztaljuk. Így Budapest és Bécs távolságában 1 centimétert meghatározni lehetetlen, míg egy néhány centiméteres rudacska hosszát $\frac{1}{1000}$ milliméter pontossáig könnyen lemérhetjük.

Éppen ezért Eötvös e célra a torziós ingát használta fel, amelyre, minthogy az vízszintes síkban leng, a nehézségi erő a maga egészében mozgatólag nem hat. A fizikusok a torziós mérleget kis erők mérésére már régóta használják, Eötvösnek azonban sikerült ezt az eszközt annyira érzékennyé és biztossá tenni, hogy vele annak különböző részeire ható nehézségi erők igen kis különbségeit lemérhette. Az Eötvös használta különböző alakú torziós ingák közül itt csupán azt ismertetem, amely a nehézség változásainak megismerésére a legtöbb adatot nyújtja, s amelyet éppen ezért a szabadban való mérésekre használunk. Vékony platinadróton vízszintes aluminiumrúd lóg, melynek egyik végére lapos platinasúly van erősítve, másik végén pedig vékony drótra függesztve

platinahenger lóg alá, szóval a rúd végein lévő tömegek különböző magasságban vannak. E tömegekre ható nehézségi erők általában különbözőek, s így azok vízszintes összetevői sem egyenlők, amiért is a vízszintes síkban mozogható rúd



1. rajz. Fötvös egyszerű gravitációs variometerének keresztmetszete.

a felfüggesztő drót rugalmas erejével szemben elcsavarodik. E torziós drót tulajdonképpen az eszköz lelke, mert annak csavarodásával mérjük a hatóerőket. Ezért e drótnak nagyon

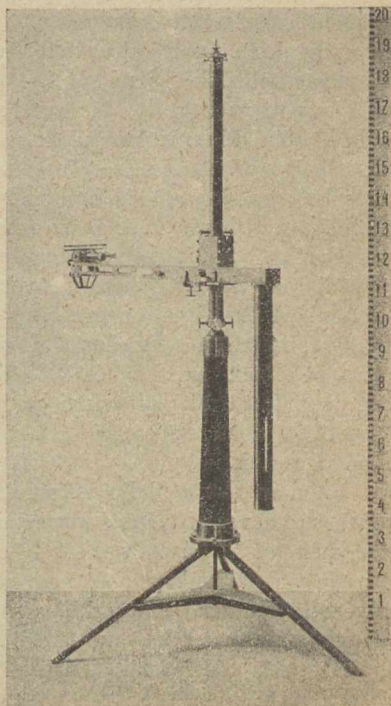
állandó rugalmasságúnak kell lennie, amit különböző előzetes műveletekkel érünk el.

Az 1. rajzban egy ilyen Eötvös-féle „egyszerű gravitációs variometer“ keresztmetszetét látjuk. Az eszköz belsejében lóg az imént részletezett torziós inga. A rúd elfordulásait a fizikában gyakran használatos tükörleolvasással észleljük. A rúd függélyes toldalékrészére kis tükör van erősítve, amely tehát azzal együtt mozog. A tükörrel szemben, a keresztmetszet jobb oldalán kinyuló kar végén a táveső és felette a skála van elhelyezve. A lengőszerkezetet a különböző külső zavaró hatásoktól gondosan meg kell védenünk, amiért is az hármás fémtokba van bezárva. Maga az eszköz masszív oszlopon nyugszik akként, hogy függélyes tengely körül elforgatható s így a világtájak szerint különböző irányokba, különböző azimutokba állítható. A 2. kép egy ilyen, negyedszázaddal ezelőtt készült műszer fotográfiája. Az eszközt különböző állásokba, azimutokba hozva végezzük az észleléseket, megfigyelve mindenkor a megnyugodott rúd egyensúlyi helyzetét. A módszer elmélete szerint öt állás szükséges ahhoz, hogy az összes adatokat kiszámíthassuk.

A mérés hosszadalmasságának csökkentésére Eötvös egy másik úgynevezett „kettős gravitációs variometert“ szerkesztett, amelynek első, húsz év előtt készült modelljét a 3. képen láthatjuk. Tulajdonképen ez nem más, mint két egymás mellé helyezett műszer, amelyek egymáshoz képest ellentetten állanak, amint azt a képen a lefelé nyuló csövek is elárulják. A két eszköz egymástól teljesen független, csak közös állványra van szerelve. Ez esetben tehát egyidejűleg mindenkor két eszközzel észlelünk, s így már három állásban való észlelés elegendő. A mezeti mérésekre általában e kettős variométereket használjuk, szóval ezek a tipikus mezeti torziós ingák. A műszert régebben a szállításnál több darabra kellett szétszedni, ami a vele való bánást nehézkessé és hosszadalmassá tette; továbbá az eszköznek a szabadban való gyakori kinyitása egyenesen hátrányosnak bizonyult. Az újabb műszerek csupán három darabból állanak: a háromláb, az oszlop

és a tulajdonképeni eszközökből. Természetesen az ily fajta műszereknél arról is kellett gondoskodnunk, hogy szállítás előtt a lengő szerkezetet megfelelő berendezés révén kívülről megfoghassuk, arretálhassuk.

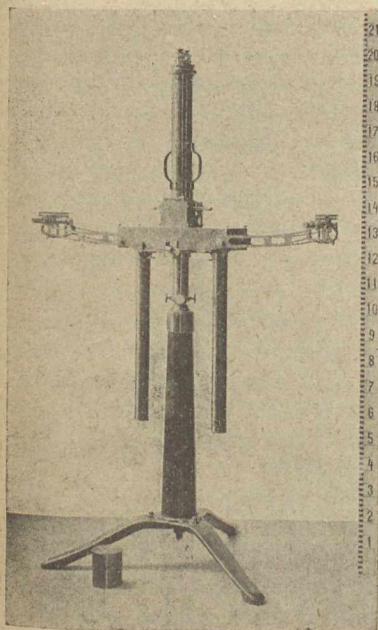
Már maga Eötvös sokat fáradozott eszközei tökéletesítésén. Többek között lényegesen kisebb-méretű műszereket is szerkesztett, amelyek közül az egyik teljesen jól bevált. Az ez irányban végzett kísérletek eredményeiből ki kell emelnem, hogy a méretek csökkentésével általában a külső zavaró hatások befolyása nő, amiért is a kis modellek szerkesztésében kellő körültekintéssel kell eljárunk. Eötvös ezirányú munkásságát tovább folytatja a vezetésem alatt működő B. Eötvös L. Geofizikai Intézet. A végzett rendszeres laboratóriumi kísérletek és az évtizedeken át folyó mezői méréseken szerzett tapasztalataink alapján újabb



2. kép. Eötvös egyszerű variometere, amelyet 20—25 évvel ezelőtt a mérésekhez a szabadban használtunk.

eszközeinkben számos tökéletesítést vezettünk be. Alkalmas módon a külső zavaró hatásokat kiköszöböltük oly fokban, hogy eszközeink a legkedvezőtlenebb külső viszonyok között, így indiai tapasztalataink szerint a trópusokon is pontos

és megbízható adatokat adnak. A szállítás megkönnyítése céljából újabb műszereink jórészt alumíniumból készültek, s így a nagyobb modell súlya állvány nélkül csupán 37 kgr.



3. kép. Eötvös kettős variometerének 20 év előtti modellje. Ez az általában használt tipikus mezei műszer, amiért is az újabbak alumíniumból készülnek. A nagyobb modell súlya 37, a kisebb pedig nem egészen 20 kgr, s így a legrosszabb terepen is könnyen szállítható.

matikai tárgyalás helyett csupán főbb vonásokban, a kiszámítható eredmények és következtetések fizikai lényegének ismertetésére szorítkozom.

Mindenekelőtt általánosságban ki kell emelnem, hogy

Ezenkívül egy 20 kgr-nál könnyebb kis modellt is szerkesztettünk, amely a legrosszabb terepen is könnyűséggel szállítható. Végül az eszközben platina-súlyok helyett aranyat használunk, s ily módon olcsóbbá tévén a műszert, sikerült annak külföldön való elterjedését lényegesen előmozdítanunk.

*

Ezek után kissé részletezni óhajtom, hogy mi mindent számolhatunk ki a torziós inga észlelési adataiból, s hogy eredményeinkből micsoda következtetéseket vonhatunk. Az igazi helyes úton haladva, e kérdést a módszer matematikai elméletére támaszkodva kellene tárgyalnom. Tekintve azonban, hogy ez Almanach nemcsak szakembereknek szól, e részletes és pontos mathe-

az észlelésekből kiszámított adatok közvetlenül további következtetésekre nem alkalmasak. Ez adatokban ugyanis elsősorban benne van a közvetlen környezet látható egyenletlenségeiből származó hatás, amely teljesen a véletlentől függ. Ezért az eszköz környezetét 100 m távolságig nivelálás útján felmérjük, s ebből alkalmas módon a *terrainhatást* kiszámítjuk. E *terrainhatást* tehát a közvetlenül kiszámított *teljes értékekből* mindenkor le kell vonni, s így kapjuk a *topografikus értékeket*. Ha továbbá a topografikus értékekből a már előbb tárgyalt *normális értékeket* levonjuk, kapjuk a normálistól való eltéréseket, a *topografikus rendellenességeket*, a gravitációs zavart. E gravitációs zavart úgy a látható földfeletti, mint a láthatatlan földalatti tömegek együttesen okozzák. Ha tehát a topografikus rendellenességekből ismét a látható tömegek, a hegyek hatását, a térképeink alapján kiszámítható *kartografikus hatást* levonjuk, kapjuk a földalatti tömegek által okozott gravitációs zavart, a *subterrán rendellenességeket*. Amikor tehát méréseinkből a földalatti tömegekre akarunk következtetni, éppen ezen subterrán rendellenességekből kell kiindulnunk.

Észleléseinkből a nehézség térbeli változásainak meghatározására négy adatot számíthatunk ki. Ezek közül az *első kettő* azt határozza meg, hogy a *vízszintesben észak, illetve keletfelé haladva, mennyivel változik a nehézségi erő*. E két adat eredője a legnagyobb változás irányát és nagyságát, a *gradienst* adja meg, azaz hogy ezen irányban a vízszintesben 1 cm-rel előre haladva az erő hány CGS egységgel, hány dynnel növekszik. A gradiensek nagyon kicsinyek s éppen ezért azokat $\frac{1}{1000\ 000\ 000} = 1.10^{-9}$ CGS egységekben szoktuk kifejezni. Térképeinkben a gradienst kis nyíllal ábrázoljuk, amely nyilat a kiváltságos irányba, a legnagyobb növekedés irányába fektetjük s magát a nyíl hosszát a változás fokával arányosan rajzoljuk. Ha térképeinkbe a subterrán rendellenességek gradienseit rajzoljuk be, akkor ezekből közvetlenül a földalatti tömegekre következtethetünk.

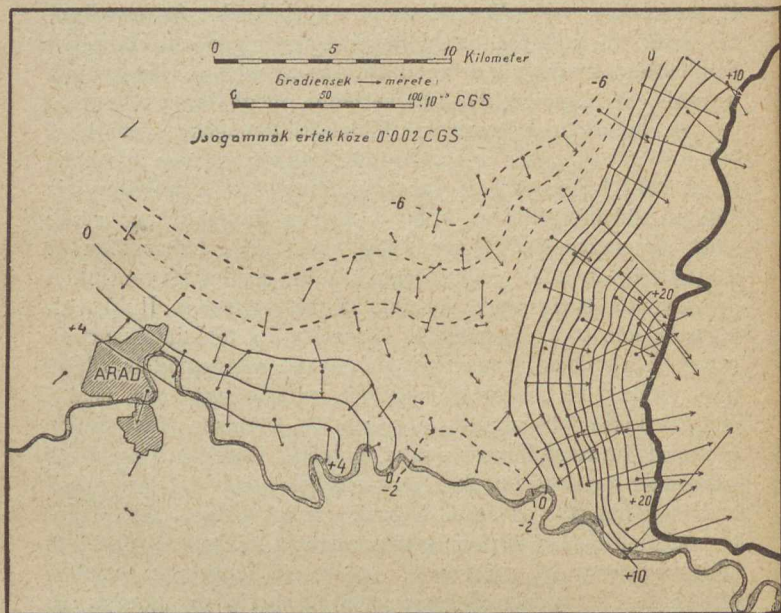
A gradiensek mindenkor a földalatti sűrűbb tömegek

felé mutatnak s így már bizonyos bepillantást nyújtanak a földalatti viszonyokba. Még szemléltetőbb képet nyerhetünk a következő módon. Ha a megvizsgált területen az állomások elég sűrű hálózata áll rendelkezésünkre, akkor a gradiensek alapján az egész terület bármely pontjára kiszámíthatjuk a nehézségi erő értékét¹ és azon pontokat, amelyekben a nehézségi erő egyenlő, folytonos görbe vonallal köthetjük össze. E vonalakat egyenlő nehézségű görbéknek, *isogammáknak* nevezzük. A subterrán rendellenességek isogammái közvetlen bepillantást nyújtanak a földalatti viszonyokba. Az isogammák ugyanis az észlelésekből közvetlenül meghatározott biztos adatok, ha azonban ezeknek a földalatti tömegekre vonatkozó jelentőségét akarjuk megállapítani, akkor ez már bizonyos feltevésektől függ. A legegyszerűbb feltevés és a valóságban is leggyakrabban előfordul, hogy a felszíni kevésbé sűrű réteg alatt egy nagyobb sűrűségű réteg következik. Ez esetben az isogammák olyanféle jelentőségűek, mint rendes térképeinken az egyenlő magasságú vonalak, a rétegvonalak. Ny körülmények között az isogammák közvetlenül a földalatti sűrűbb réteg felületének magassági viszonyait, rétegvonalait adják.

Méréseink nagy tömegéből csupán egy pár példát ohajtok kissé közelebről tárgyalni. A 4. rajzon *Arad vidékén* a subterrán rendellenességek, a földalatti tömegek gravitációs hatásának térképét látjuk. A térkép keleti szélén a vastag vonal a síkság határát, az aradi hegyalja szélét tünteti fel, amely hegységnek hatása a mondottak szerint a rajzban feltüntetett adatokban már le van vonva. Az egyes pontok az észlelési állomások, a nyilak a gradiensek, a berajzolt görbék az isogammák. Látjuk, hogy a hegy közelében a gradiensek a hegy felé mutatnak, jelezvén, hogy ez irányban a földalatt

¹ Ha a nehézséget abszolút értékben akarjuk kifejezni, szükséges, hogy azt legalább egy állomáson a szokásos módon ingaméréssel meghatározzuk. Ezenkívül ellenőrzés céljából kívánatos, hogy észlelési hálózatunkban még néhány abszolút mérésünk legyen. Éppen ezért geofizikai intézetünk a potsdami geodéziai intézet mintájára Stückerath-féle invariabilis ingákkal és a hozzátartozó teljes észlelési berendezéssel is fel van szerelve.

nagyobb tömegek vannak, vagyis a hegy sziklarétege a földalatt lefelé folytatódik. Még szembeötlőbben mutatják e viszonyokat a gravitációs zavar isogammái, amelyek közül a negatívokat, vagyis a normálisnál kisebb értékieket szaggatott vonallal ábrázoltuk; a melléjük írott néhány szám tulajdonképpen a 0.004, 0.010 stb. CGS értékű isogammákat jelzi.

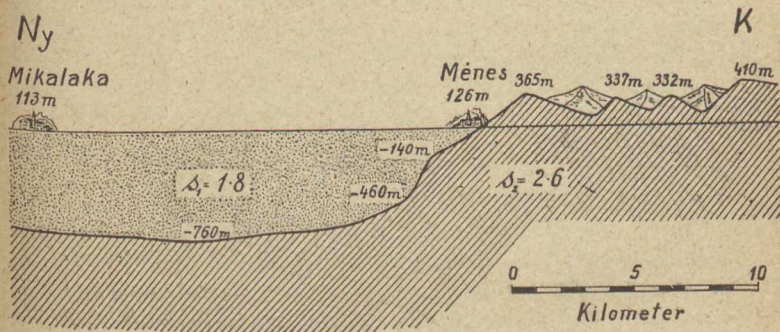


4. rajz. A földalatti tömegek gravitációs hatása Arad vidékén.

E térképnek megfelelőleg készítettük el a Ménes hegyaljai falu szélességi körén kelet-nyugot irányban képzelt keresztmetszetet (5. rajz) és pedig $s_1 = 1.8$ és $s_2 = 2.6$ sűrűségek feltételezésével. A rajzban a hegyek földalatti folytatását képező sziklás általaj képét látjuk, a régi tengerfeneket, amelyre azután az alföld lazább felületes rétege reá rakódott.

Hasonló viszonyokat tüntetnek fel *Budapest környékén* végzett méréseink. Itt is a budai hegységek a földalatt folytatódnak és meglehetősen gyors lejtéssel terjednek tovább az alföld felületen, lazább talaja alatt. Méréseink ugyanazon lejtést adják meg, mint amelyet a fúrások alapján megállapítottak. A budai oldalon a melegvízforrások közel vannak a felszínhez, a margitszigeti fúróluk már 118 méter, a városligeti pedig 970 méter mélységű. Ily mértékben lejt maga a sziklás altalaj is.

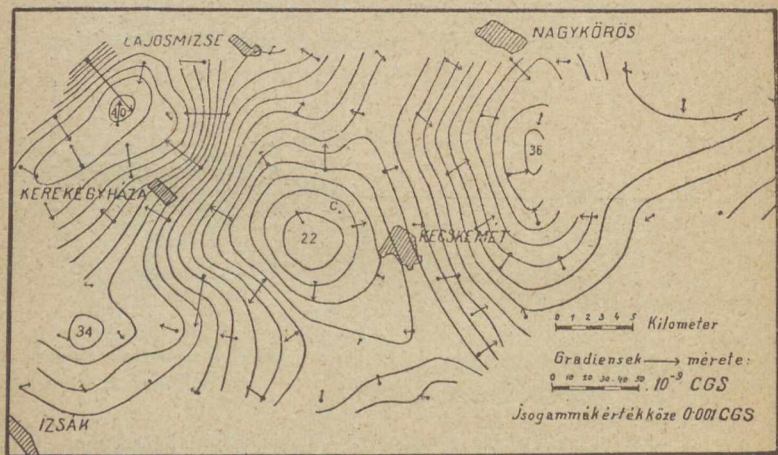
A *Kecskemét vidékén* végzett méréseink részletes eredményét a 6. rajzon látjuk, melyben az előzőkhöz hasonlóan



5. rajz. A torziós inga adatai alapján megállapított földalatti konfiguráció Arad vidékén.

ugyancsak a subterrán rendellenességek vannak feltüntetve. Az egyes területekre beírt számok tulajdonképpen a nehézségi erő 0.022, 0.034, 0.036 és 0.040 CGS nagyságú zavarát jelentik. Látjuk, hogy a középső 22-es területből kiindulva a gradiensek mind kifelé irányulnak, a nagyobb sűrűségű tömegek tehát kifelé vannak, míg a középen kisebb tömegnek kell lennie. A 40-es területen túl haladva a gradiens megfordul, jelezvén, hogy a nagyobb tömeg a 40-es terület körül fekszik. Még szemléltetőbben mutatják e viszonyokat az isogrammak. A középen a legelső isogamma a 0.022 CGS

értékű, innen kiindulva az isogammák a szélek felé nőnek, északnyugat irányban pl. egészen 0.040 CGS-ig s azután megint csökkenek. Ha ismét csupán két, egy alsó sűrű és egy felső lazább réteget tételezünk fel, akkor az isogammák a földalatti alsó réteg felszínének rétegvonalait adják és pedig 0.6 sűrűségkülönbséget feltételezve 40 méteres közökben. A sűrűbb altalajban tehát a középben egy mélyedés van, innen a szélek felé haladva a sűrűbb tömeg emelkedik, majd



6. rajz. A földalatti tömegek gravitációs hatása Kécskemét vidékén.

ismét leesik. Szóval egy kráterszerű alakulattal van dolgunk, illetve, helyesebben szólva, egy oly fajta „körhegységgel”, mint amilyenek a holdkráterek. A körhegység ugyanis aránylag széles, körülbelül 30 kilométer átmérőjű s szélein egyes csúcsok emelkednek ki. Ezen különös alakulat kétségtelenül összefügg a kecskeméti földrengésekkel. E kérdést nem részletezem, csupán felemlítem, hogy pl. az 1911 július 8-iki rengés epicentruma, vagyis a földfelületnek a rengés közép-

pontja felett fekvő helye térképünkön a C pontba esik, szóval hozzávetőlegesen kráterünk közepébe. A rajzunkban fel nem tüntetett rengési görbék ugyancsak össze esnek ezen alakulattal.

A torziós inga nyújtotta négy adat közül, a másik kettő a földfelület alakjára nyújt bizonyos felvilágosításokat. A földfelület alakja közvetlenül nem érzékelhető, mert a föld hegyes-völgyes, már pedig e szabálytalan egyenetlenségeket kiegyenlítve kell elképzelnünk. Épen ezért a földfelület alakjának feltüntetésére a teljesen nyugvó víz felszínét szoktuk felhasználni, amelyet *színtfelületnek*, *nívófelületnek* hívunk.

Méréseinkből elsősorban az észlelések helyén a nívófelület görbületeire jellemző R mennyiséget¹ határozhatjuk meg, amely a nívófelületnek a gömbfelülettől való eltérést adja meg. Továbbá meghatározhatjuk azon irányokat, amelyekben a nívófelület görbülete a legnagyobb, illetve a legkisebb, vagyis az úgynevezett *főgörbületek irányait*.

Teljesség kedvéért csupán felemlitem az R mennyiség fizikai értelmét is. Világos, hogy a kisebb főgörbület síkjában aránylag több tömeg van felhalmozva, mint a nagyobb főgörbület síkjában. Ezen körülménynél fogva a torziós inga a horizontális síkban a kisebb főgörbület síkjába igyekszik irányulni. E hatás (a forgatónyomatek), amint az matematikailag igazolható, mindenkor épen ezen R mennyiséggel arányos, amiért is azt Eötvös *horizontális irányítóképességnek* nevezte el. Térképeinkben a horizontális irányítóképességeket kis vonaldarabkákkal ábrázoljuk, amelyek hossza az R értékével arányos, iránya pedig a kisebbik főgörbület síkjába esik.

Közelebbről itt e kérdést nem részletezhetem, csak egy különösebben érdekes példát említek. Tirolban a Cimabanche

¹ Tulajdonképen: $R = g \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$, ahol g a nehézség gyorsulása, r_1 a nívófelület legkisebb, r_2 a legnagyobb görbületi sugara, amelyeket főgörbületi sugaraknak hívunk. Gömbfelület esetén: $r_1 = r_2$ és így: $R = 0$.

völgyben végeztünk méréseket, mely a 3000 métert meghaladó Monte Cristallo és Croda Rossa között 1520 méter tengerszínfeletti magasságban fekszik úgy, hogy az aránylag szűk völgy relatív mélysége 1500 méternél nagyobb. E hatalmas kiemelkedő tömegek hatása abban nyilvánul, hogy a völgyben és pedig különösen annak szélein a nívófelület, a szintfelület sokkal kevésbé görbült, mint annak normális viszonyok között lennie kellene, mintha az egy Földünknel harminceszor nagyobb sugarú gömbhöz tartoznék. Ez esetben tehát a kiemelkedő látható tömegek hatását tapasztaljuk, természetesen azonban a földalatti láthatatlan tömegek is befolyásolják a nívófelület alakját. A görbületi adatok, a horizontális irányítóképessegek subterrán értékeiből tehát a földalatti tömegekre vonhatunk bizonyos következtetéseket.

Igen érdekes végül Eötvösnek azon eljárása, amellyel a torziós inga nyújtotta görbületi adatokból, *a nívófelület alakját jellemző adatokat s így magukat a nívófelületeket levezeti*. E célra tulajdonképen még egy adatra, a nehézségnek a függélyes mentén való változására volna szükségünk, amit azonban a torziós inga nem ad meg. Sajnos ennek meghatározására, mind ez ideig nincsen jobb fizikai eljárásunk *a Jolly-féle mérlegelésnél*. E meghatározás azonban a torziós inga méréshez viszonyítva, annyira durva és kevésbé pontos, hogy azt ezen adatok kiegészítésére fel nem használhatjuk. Épen ezért Eötvös sajátos számítási eljárást eszelt ki e célra, amellyel az egész felmért terület minden állomására *a függőön-eltéréseket és a görbületeket külön-külön kiszámíthatjuk*; feltéve, hogy az állomások elég sűrű hálózata áll rendelkezésünkre és a hálózat két pontján a függőön-eltérések északi összetevőit ismerjük. A függőön-eltéréseket térképeinkben kis nyilakkal ábrázoljuk. Ismervén az egész hálózat minden pontjára a függőön-eltéréseket, ebből *az egyenlő potenciálú görbéket levezethetjük* s térképeinkbe ugyancsak berajzolhatjuk, s ily módon *a nívófelületet szemléltetőleg ábrázolhatjuk*.

Már a *gradiensek* és az *isogammák* alapján a földalatti tömegekre bizonyos következtetéseket vonhatunk. E követ-

keztetések bővülnek és tökéletesednek, ha a *görbületi adatokat* és *függőőn-eltéréseket* is figyelembe vesszük. Bizonyos alakulatok ugyanis majd az egyik, majd a másikféle hatásban nyilvánulnak jobban. Így egy földalatti nagykiterjedésű lejtő a gradiensekben nyilvánul meg, a görbületi adatokra hatástalan. Egy földalatti kiemelkedés oldalai felett nagy gradienseket, teteje felett pedig nagy görbületi adatokat kapunk, stb. Sajnos e rövid cikkben a különböző földalatti konfigurációk és a torziós inga adatai közötti összefüggések érdekes részletezésébe nem bocsátkozhatom. Ugyancsak a következtetések szempontjából fontosak a *földmágneses adatok* is, amiért is e megfigyeléseket mindenkor a gravitációs mérésekkel párhuzamosan végezzük.

*

Ezután néhány szót magukról a mérésekről. A szabadban a gravitációs műszert kettősfalú vízhatlan ponyvaházikóban állítjuk fel, hogy azt az időjárás viszontagságaitól jól megvédjük. Kellő munkabeosztás céljából a torziós inga megfigyeléseket éjjel végezzük. A nappal ugyanis az új állomásra való hurcolkodással és egyéb kiegészítő munkálatokkal (nivellálás, térképrajzolás, földsűrűség-meghatározás, eszközök felállítása, új állomás kikeresése és planirozása, földmágneses mérések, számolás) telik el. Ily módon mindenkor egy teljes napot takarítunk meg, ezenkívül az éjjeli egyenletesebb hőmérséklet az észlelésekre nézve előnyösebb. A különböző műszereket, felszerelési tárgyakat, sátrakat kocsikon továbbítjuk. Magát a gravitációs eszközt célszerűen többnyire külön e célra készült műszerkocsiban szállítjuk, amelybe az kényelmesen behelyezhető és gyorsan és biztosan rögzíthető. Természetes azonban, hogy gravitációs műszereink ládába is helyezhetők. Úttalan területeken, amint azt pld. múlt télen India dzsungeljeiben tettük, a kényesebb ládákat a hátukon kulik vitték, nem egyszer, minden nehézség nélkül 6—8 mértföld távolságra. A megfigyeléseket a szükséges pontokon igen gyakran községek-től távol végezzük. Mind e körülmények szükségessé teszik, hogy valóságos expedíciós

felszereléssel lássuk el magunkat, hogy így a lakott helyektől függetlenül, tekintet nélkül az idő viszontagságaira, teljesen szabadban tartózkodhassunk. Célszerű lakásról, lakósátráról, azok megfelelő berendezéséről kellett gondoskodnunk. Tekintve, hogy naponként egy-egy új állomásra hurcolkodunk, mindezen berendezések megszerkesztésénél a főszempont az volt, hogy azok gyorsan és könnyen egybeállíthatóak és lebonthatóak legyenek.

Természetesen arról, hogy Magyarországot, illetve annak a torziós inga mérésekre alkalmas egész területét felmérjük, szó sem lehet. De nem is ez a cél! Tudományos szempontból azok a területek érdekeseek, ahol nagyobb gravitációs zavart találhatunk; gyakorlati szempontból pedig azok, ahol esetleg valami hasznosítható ásványi terméket várhatunk. Épen ezért csak egyes ilyfajta területeket dolgoztunk ki, amelyeknek e rövid cikkben csupán felsorolására szorítkozhatom. Az előzetes próbáktól eltekintve méréseket végeztünk a Balatonon, a Fruska-Gora környékén, Arad vidékén, Versec, Szeged, Szabadka, Baja, Zombor környékén, a titeli platón, Kecskemét vidékén, Erdélyben a Maros völgyében, Torda, Marosvásárhely, Szászrégen és Görgény környékén, Szatmárnémeti és Nagybánya között. E kutatásokban 1106 állomással összesen 1063¹ km hosszú vonalat és 2001 km² területet mértünk fel. Továbbá 1915-től kezdődőleg első-sorban már gyakorlati célzattal a Morvamezőn az egebelli olajfúrások környékén, a Hortobágyon, Újvidék és Titel környékén, Hajdúszoboszló és Makó vidékén mértünk és 432 állomással 2186 km² területet dolgoztunk fel. A magyar kormány 1921 elején az Anglo-Persian Oil Company Ltd., illetve a vele kapcsolatos D'Arcy Exploration Company Ltd.-del szerződést kötött, amellyel az e társaságok nevében működő Hungarian Oil Syndicate Ltd.-nek a Csonka Magyarország több mint felét kitevő területén a földgáz és olajkutatás jogát három évi időtartamra átengedte. Ez idő alatt első-sorban az angolok részére nagykiterjedésű területeken végeztünk méréseket. A Duna—Tisza közén, Kúnszentmiklós kör-

nyékén, majd Hajdúböszörmény, Szatmárökörítő, Baja, Rápolt környékén. Ezenkívül párhuzamosan a magyar állam részére Püspökladány vidékén dolgoztunk. Ez idő alatt 483 állomással összesen 3241 km² területet mértünk fel. Az előzők alapján tehát az 1901—1923 időtartam alatt Hazánkban 2021 állomáson végeztünk torziós inga méréseket és pedig minden állomáson egyidejűleg két-két helyen. Ily módon 7428 km² területen a gravitációs erőteret a legnagyobb részletességgel megismertük és 1063 km hosszú felmért vonalon abba bepillantást nyertünk. Büszkén dicsekedhetünk azzal, hogy *schol a világon nincs más ország, ahol ily nagy területre kiterjedő, ily részletes és pontos gravitációs felmérések volnának.* Ezenkívül 1920 tavaszán a tokodi köszénbánya területén, kis kiterjedésű, de igen részletes felvételt végeztünk 25 állomással, még pedig a földalatti vetődések felkutatására. Továbbá a torziós inga mérések kiegészítésére 56 állomáson abszolút gravitációs meghatározások történtek. Magyarországon kívül 1910-ben Tirolban a Monte Cristallo és a Croda Rossa közötti völgyben egy kisebb területet 40 állomással részletesen megvizsgáltunk. Végül 1923/24 telén a Burmah Oil Company Ltd. megbízásából Indiában, Khairpur államban, 112 állomással 1797 angol-mértföld² területet kutattunk át torziós ingáinkkal.

A gravitációs mérésekkel párhuzamosan úgyszólván mindenkor földmágneses megfigyeléseket is végeztünk. Ezenkívül egyes nagy kiterjedésű területeken (a Fruska-Gora vidékén, Erdélyben stb.) oly részletes mágneses felvételeink vannak, amelyeknek párját a külföldön ugyancsak nem találjuk. Többször tisztán gyakorlati célzattal végeztük mágneses méréseinket (így 1922-ben Borsodban az Állami Vasgyárak részére). Mágneses állomásaink száma a relatívokkal együtt meghaladja a 6500-at.

*

Eötvös torziós ingája és módszere úgy a különböző tudományszakokban, valamint a gyakorlati geológiában széles perspektívát nyitott új, eddig megközelíthetetlen problémák megoldására. Sokoldalú alkalmazását és jelentőségét kellően

csak egy terjedelmes külön cikkben ismertethetném, amiért is itt csupán a főbb irányok jelzésére szorítkozhatom. Kiválóan fontos a torziós inga a *fizika tudományában*, mert vele igen kis erőket mérhetünk le. E módszeren alapulnak Eötvös különböző irányú gravitációs vizsgálatai, többek között a *tehetetlenség és a gravitáció arányosságának* kísérleti beigazolása,¹ ami Einstein általános relativitási elméletének egyik alap postulátuma. A *geofizika* számos problémájában ugyancsak a torziós inga hasznos útbaigazításokat nyújt. Így eredményesen használhatjuk az *isostasia* kérdésének megvizsgálására, amely szerint földünk felületén a tekintélyes tömegek, az óriási hegy-csoportok és maguk a kontinensek akként helyezkednek el, mintha a környezetben úsznának. A *seismológiában* eszközünkkel a veszedelmes tektonikai vonalakat, továbbá a földrengéses és vulkánikus tömegeltolódásokat mutathatjuk ki. A tudományos *geodéziát* pedig fundamentálisan átalakítják Eötvös mérési eredményei. A földfelület, illetve a nívófelület igazi alakját ugyanis a torziós inga adja meg, míg a használatos ellipsoid csak durva közelítés. Maga a tudós professor F. R. Helmert, a porosz geodéziai intézet nemrég elhunyt igazgatója a felsőbb geodézia egyik legcsodálatosabb műszerének minősítette Eötvös eszközét, mely a theodolittal együtt e tudomány legfontosabb műszere.

Különösen jelentősek Eötvös mérései a *geológia* szempontjából. A torziós inga adataiból ugyanis a földalatti tömegekre és azok konfigurációjára vonhatunk következtetéseket, amelyek nem egyszer gyakorlati jelentőségűek. Közvetlenül felkutathatunk e módszerrel oly hasznosítható anyagokat, amelyek a környezettől eltérő sűrűségük folytán a nehézségben változásokat okoznak. Így a nagyobb sűrűségű ércvonulatokat, avagy a kisebb sűrűségű söteteket kimutathatjuk, amint azt Erdélyben végzett méréseink szembeötlően

¹ Az arányosságot $\frac{1}{200\ 000\ 000}$ pontossáig sikerült kimutatni, amely munkával br. Eötvös Loránd, Pekár Dezső és Fekete Jenő a göttingai egyetem filozófiai fakultásának 1909 évi Benecke pályázatán az első díjat nyerték el.

igazolták. Ezenkívül oly anyagokat is felfedezhetünk, amelyek gravitációs szempontból közvetlenül nem nyilvánulnak, de bizonyos gravitációsan kimutatható rétegalakulattal függnek össze. Így adott esetben vízre, olajra és földgázra is következtethetünk. *Budapest* környékén például a melegvízforrások mélységét állapíthatjuk meg, mert azok lejtése összeesik a dolomitréteg lejtésével, amit eszközeinkkel lemérhettünk. *Egbe*ll környékén, ahol olajok után kutattak, méréseinkkel teljesen olyan alakulatot állapítottunk meg, mint amelyet a geológusok is meghatároztak. *Erdélyben* végzett méréseinkkel a földalatti rétegvonulatok legmagasabb és legmélyebb helyeit, az antiklinálisokat és a szinklinálisokat határozhattuk meg, amelyek ismerete a fúrások telepítése szempontjából elsőrangú fontosságú, mert a bő olaj, avagy földgázforrások tapasztalatszerűleg mindig csak az antiklinálisokon, illetve azok csúcsszerű kiemelkedésein, a dómokon vannak.

Különösen megbecsülhetetlen értékűek a torziós inga adatai az *Alföldön*. A hegyes vidéken ugyanis, ahol a földalatti rétegek több helyen kibújnak, a geológus magában is boldogul. Az Alföldön azonban csak költséges fúrások révén szerezhet támpontokat. Itt már az is nagy jelentőségű és nagy megtakarítás, ha a próbafúrásokat nem teljesen vak-tában, hanem alkalmas helyeken eszközöljük. Az Alföld kis-mélységű artézi kútjai közül igen sok földgázt tartalmaz, de aránylag kis mennyiségben. Nagyobb, iparilag jelentős mennyiséget itt csak 1000—1500 m mélységben várhatunk. Épen ezért nagyon fontos volna azon kiváltságos helyeken mélyfúrásokat végezni, amelyeket gravitációs méréseinkkel megállapítottunk. Sajnos, az Alföldön eddig csak egyetlen egy mélyfúrásunk van és pedig egy gravitációs minimum helyén, a Hortobágyon. A minimum, amint azt a kecskeméti mérések kapcsán részleteztük, általában mélyedést jelent. Földalatti kiemelkedést, dómot csakis az esetben jelenthet, ha a mélyben a környezetnél kisebb sűrűségű sótestet tételezünk fel. A hortobágyi fúrást 1113 m mélységben abbahagyták, amikor is teljesen bebizonyosodott, hogy ott sótest nincs és

hogy mélyedésbe fúrnak. Épen ezért kettőzötten fontos a közeli markáns gravitációs maximum megfúrása, amely Hajduszoboszló közelében a Vervölgyön fekszik, s amely biztosan egy földalatti dómot jelez. Sajnos, e régóta tervbe vett mélyfúrást mindeztideig még meg sem kezdték, pedig ahhoz alapos reményt fűzhetünk. Az állam mai nehéz gazdasági helyzetében, esetleg megfelelő magántőke bevonásával kellene azt megtennünk.

*

Eötvös a gravitációs kutatásokat egy egészen új, nagy-jelentőségű módszerrel gazdagította, amelynek fontosságát a külföld csakhamar felismerte. Eleintén csak a tudós világ, főleg a geodeták érdeklődtek a torziós inga iránt, később inkább a geológusok és a gyakorlat emberei. A külföld kiváló geodetái és geológusai ismételten fölkeresték Eötvös intézetét és mérő-expedícióinkat, sőt némelyikük hónapokon át nálunk tartózkodott, hogy a módszert úgy elméletileg, mint gyakorlatilag elsajátítsa. Hogy csak párat említsek: *Hecker* a potsdami geodéziai intézetből, *Shinjo* kyotoi egyetemi tanár, *Koenigsberger* freiburgi professzor, *Schumann* bécsi műegyetemi tanár, *Soler* padovai professzor, *Smolenski* krakkói egyetemi tanár stb. A gyakorlat emberei is gyakran fölkeresnek. Különösen a külföldi nagy olajtársaságok kiküldöttei tanulmányozzák nálunk Eötvös módszerét. Ezenkívül a világ minden részéből az érdeklődő levelek sora érkezik intézetünkhöz, nem egyszer exotikus helyekről is, pl. Java és Haiti szigetről. Eötvös maga szokásához híven rövid közleményeiben csak a legfőbb eredményeket közölte. Mindamellett e nagyszűlyű értekezéseken alapul azon igen kiterjedt szakirodalom,¹ amely különösen Németországban Eötvös módszerével és különféle alkalmazásaival foglalkozik.

¹ Sajnos, elvéve egyes cikkekben Eötvös eszközeiről téves adatokat találunk; másokban bizonyos technikai változtatásokkal konstruált műszer, mint lényegében új van beállítva, amely mélyebb bepillantást ad a földalatti viszonyokba; sőt egyik cikk Eötvös eszközének eredeti rajzát is közli, de nevét egyáltalán nem említi.

Az Eötvös-féle torziós ingákat Budapesten a *Süss Nándor Precíziós Mechanikai és Optikai Intézet* gyártja, amely annak idején Eötvös összes, még a kezdetleges kísérletekben használt műszereit is készítette. A gyártás mindenkor a *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* ellenőrzésével és utasításai szerint történik, ami a folytonos tökéletesedést biztosítja. Ugyancsak intézetünk készíti el az eszközök kényes belső berendezését, egyúttal a műszerek állandóit és formuláit meghatározza. Az így készült eszközök érzékenység, biztosság, kezelhetőség és szállíthatóság tekintetében a mérések követelményeit teljesen kielégítik, amint azt a végzett mérésekben éveken át kipróbáltuk. Épen ezért a külföld bizalma egyre inkább felénk fordul. Már eddig is Japánban, Mexikóban, Texasban és Amerika más államaiban, továbbá Angliában, Hollandiában, Olaszországban, Lengyelországban és Jugoszláviában, sőt még Németországban is Budapesten gyártott eszközöket használnak. A németek ugyanis maguk is gyártanak Eötvös-ingákat; néhány és közöttük különösen a Bamberg-cég foglalkozik ezzel. Az eszközök lényegökben azonosak Eötvös eredetijével, azonban a távcsöves leolvasás helyett fotografikus regisztrálásra és automatikus forgatásra vannak berendezve. Mi magunk is sokat foglalkoztunk a regisztrálással, de mezei eszközeinken nem alkalmaztuk, mert a külső mérésekben a regisztrálásnak lényeges hátrányai vannak, amelyeket itt nem részletezhetek. Ezenkívül az automatikus berendezéssel új hiba forrást hozunk be, mert ez a szabadban poros, avagy esatakos időben nem egyszer felmondja a szolgálatot. Egyébként az észlelés technikai megoldása nem érinti a tulajdonképeni eszköz jóságát, e tekintetben pedig a német műszerek korántsem oly tökéletesek, mint azt széleskörű reklám-cikkeikben hirdetik. Így a berlini *Exploration* talajkutató és értékesítő társaság közzétett mérései alapján számszerűleg kimutathattam, hogy eszközük korántsem nyújt megbízható adatokat. A németek válaszukban erősen tiltakoztak bírálatom ellen. Megnyugvással közölhetem azonban, hogy az *Exploration* legújabbban magyar eszközöket rendelt és igaz-

gatója többek között maga említette, hogy Bamberg eszközei a laboratóriumban kitűnőek, de a szabadban, hol ez, hol az a berendezés nem működik és így örökös baj van velük.

Örömmel állapíthatjuk meg, hogy a magyar zseni terméke, báró Eötvös Loránd kutató módszere és eszköze széles e világban egyre nagyobb tért hódít úgy a tudományban, mint a gyakorlati életben. Intézetünk pedig, mely Hozzá legközelebb állott, a reá szállott örökségnek, gravitációs munkásságának komoly folytatásával igyekszik emlékét marandóan megörökíteni!

A NEMZETKÖZI FELSŐ GEODÉZIAI MÉRÉSEK ÁLLÁSA HAZÁNKBAN.

Írta: OLTAY KÁROLY.

A fokméréseknek is nevezett felső geodéziai mérések végcélja a *Föld* alakjának és méreteinek meghatározása. A *Föld* alakja alatt természetesen nem a fizikai földfelület alakja értendő, mert ennek meghatározása egyrészt a rajta levő szeszélyesen váltakozó részletek óriási száma miatt, másrészt nem állandó volta miatt gyakorlatilag keresztül nem vihető. A *Föld* alakja alatt egy ideális felületnek, a *geoid*-nak alakját értjük. Mi ez a *geoid*? A *Föld* felületét $\frac{2}{3}$ -ad részben borító oceánokat képzeljük teljesen nyugalomban, azaz reájuk csupán a nehézségi erő hasson, hullámozás, áramlás, árapály ne legyen. Az így képzelt víztömeg felületét ugyancsak képzeletben hosszabbítsuk meg a kontinensek alatt is úgy, hogy egy teljesen zárt felület álljon elő. Az elméleti kutatásokban, a fizikai földfelület helyett, a *Föld* külső (elméleti) elhatárolása gyanánt ezt a felületet szokás venni. Ez a felvétel, ha a *Föld*-et, mint teljes egészet kell valami vizsgálatba bevonni, gyakorlatilag is megengedhető, mert a fizikai földfelületnek ettől való eltérései a *Föld* méreteihez képest elenyészően csekélyek.

A felső geodéziai mérések tehát a nyugalomba képzelt tengerszínnek megfelelő felületre, a *geoid*-ra vonatkoznak. A *geoid* nem gömb, nem forgási vagy általános ellipszoid, nem is valami egyéb szabályos felület, hanem szigorúan véve annyira szabályta-

lan felület, hogy e tekintetben alig áll messze a fizikai földfelülettől. A geoid szabálytalan voltára a tudomány csak sokáig tartó kísérletezés után jött rá. Eleinte a *Föld*-et szabályos alakúnak képzelték, de mikor méreteit geometriai mérőmódszerekkel, a *fokmérésekkel* meg akarták állapítani, tapasztalni kezdték, hogy a Föld különböző helyein végzett mérések eredményei nem egyeztek egymással; az európai fokmérések más értékeket adtak az ellipszoid tengelyhosszaira, mint az indiaiak, vagy mint az amerikaiak, ami amellet szolt, hogy az alapfeltevés, amely szerint a Föld gömb-, vagy ellipszoidalakú, nem helytálló. És hiába próbálkoztak egyéb szabályos felületekkel, azokkal sem lehet teljesen összhangba hozni a különböző vidékeken végzett mérések eredményeit.

A mérések alapján a geoid teljesen szabálytalan volta kísérleti igazolást nyert s a felső tudományos geodézia feladata most e szabálytalan felület tanulmányozása lett. E munkában már nem bizonyultak elegendőnek a fokmérések geometriai módszerei, fizikai eljárásokat is igénybe kellett venni, különösen a gravitáció méréseket s ezzel tanulmány tárgyává kellett tenni a *Föld* belső tömegeinek elosztását is.

A munkakör tehát nagyon megnőtt s kétségtelenné vált, hogy a felmerülő kérdéseket csak egységesen szervezett és vezetett nemzetközi munkával lehet megoldani. Minden kultúrállamnak vállalnia kell a maga területére eső felső geodéziai kutatások elvégzését olyan terjedelemmel és irányelvekkel, amelyeket egy *nemzetközi bizottság* állapít meg s emellett hozzá kell járulni az eredményeket feldolgozó *nemzetközi hivatal* fenntartásának költségeihez. Ezzel a céllal és rendeltetéssel alakult meg már 1886-ban a Föld ezidőszert is legnagyobb tudományos egyesülése: a *Nemzetközi Földmérési Szövetség*.

Magyarország földrajzi helyzeténél fogva az euráziai mérésekben nagyon fontos szerepet játszik. Rajta vonul keresztül a Skandinávia északi részétől Görögország déli részéig vonuló meridionális fokmérési háromszöghálózat, amely tehát a Jeges-tengertől a Földközi-tengerig terjed s rajta vonul keresztül az Atlanti-Océántól a Csendes-Oceánig vonuló óriási hálózat is, amelynek európai része már nagyrésztben készen van. E földrajzi

helyzet miatt különösen nagyjelentőségűek a Magyarország területén végzendő mérések.

Magyarország e téren működő tudósai természetesen rögtön felismerték a Nemzetközi Földmérési Szövetség nagy jelentőségét s javaslatukra Magyarország már kezdettől fogva hivatalosan csatlakozott a Szövetséghez, tudósai résztvettek a Szövetség vezető és irányító tárgyalásaiban, de sajnos az ország területén végzett mérések elvégzésében alig jutott szerephez. Ezeket a méréseket a közös (bécsi) Katonai Földrajzi Intézet vállalta magára s ezzel nagyon megnehezítette az önálló magyar felső geodéziai tevékenység megindítását és kifejlesztését. Nehézzé tette főleg azzal, hogy a maga számára foglalta le azokat az összegeket, melyeket az ország felső geodéziai mérésekre szánhatott, s e mellett nem adott alkalmat a magyar tudományos köröknek, hogy méréseiben résztvehessenek s ezáltal tapasztalatokat gyűjthessenek.

A Katonai Földrajzi Intézet *magyarországi* felső geodéziai működése a nemzetközi munka számára sem volt minden tekintetben előnyös, mert Magyarországon nagyon kevés asztronómiai mérést végzett s ezek jelentékeny részét is nem azon a fokon, amit az ilyen mérésektől ma megkívánunk. Ezek a hiányok és az elavult eredmények nagyon éreztetik a káros hatásukat most, amikor az *Európában végzett fokmérések már a befejezés előtt állanak, de a végleges, kedvező lezárást akadályozza az, hogy Magyarország területéről még több fontos adat teljesen hiányzik; egyes adatok pedig nem állanak a külső államokéval egyenlő nívón.*

Dacára a vázolt nehézségeknek a magyar tudományos körök mindent megtettek arra nézve, hogy Magyarország a *mérésekben* is önállóan résztvehessen. Dr. Bodola Lajos műegyetemi tanár az új műegyetem létesítése alkalmából elérte, hogy abban a legmodernebb igényeket is kielégítő külön *Geodéziai Intézet* létesült, sőt elérte ennek részben való felszerelését is. A felszerelés kiegészítését báró *Eötvös Lóránd* világhírű nagy tudósunknak köszönhetjük, aki, hogy a torziós ingával végzett méréseihez szükséges geodéziai adatokat nagy szabotossággal kaphassa meg, a rendelkezésére álló állami támogatás jelentős részével a Geodéziai Intézet felszerelését teljessé tette. A Geodéziai Intézet tehát telje-

sen modern és gondosan tanulmányozott műszerfelszerelésével működését megkezdhette s egész 1918-ig rendszeresen végezhetett felső geodéziai méréseket.

Ezen idő alatt 17 helyen mérte a *függő vonal deviációját*, 3 helyen az *azimutot* és 49 helyen a *nehézségi-gyorsulás* abszolút értékét. A mérések rövid ismertetése megjelent a Nemzetközi Földmérési Szövetség *Comptes Rendus*-iben, részletes ismertetésük köteteiből csupán *egy* hagyhatta el a sajtót; a többi nyomtatásra kész s amint az ehhez szükséges pénz rendelkezésre áll, sajtó alá rendezhető.¹

Az összeomlás óta az *Intézet* működése majdnem teljesen szünetel, mert az állam kedvezőtlen pénzügyi helyzete miatt az *Intézet* pénzforrásai teljesen elapadtak s így még a meglevő mérések publikálásához szükséges pénzösszegek sem állnak rendelkezésre, annál kevésbé az új mérések megindításához igényeltek. Pedig ezek az összegek nem nagyon tetemesek, mert műszerekkel és mérési segédeszközökkel az *intézet* már fel van szerelve.

Van tehát egy jól felszerelt, magas kultúrfokra valló tudományos intézetünk, mely teljesen alkalmas és amint eddigi, külföldön is elismert tevékenysége mutatja, képes is arra, hogy e végezze a legnagyobb nemzetközi tudományos vállalkozásnak Magyarországra eső részét, s ez az intézet tétlenségre van kárhoztatva akkor, amikor a kultúránk fejlettségét a legintenzívebben kellene a külföld előtt igazolnunk. Ez a tétlenség azonban más veszedelmet is rejt magában. Ugyanis a magyar láncszem nem eshet ki a nemzetközi munkából, annak Magyarországra eső részét el kell végeznie, s mert hiánya egy nagy munkaprogramm befejezését gátolja, el lehetünk készülve, hogy esetleg külföldiek kapnak megbízást annak elvégzésére.

Reméljük, hogy ez a kedvezőtlen eset még sem fog bekövetkezni, hiszen örömmel kellett tapasztalnom, hogy az *Intézet* munkálatainak újból való megindítását kérő előterjesztéseket vezetőikreink — különösen a kultuskormányzat nagy látókörű vezetője és irányítója, gróf *Klebsberg Kunó* miniszter úr — a leg-

¹ Az „Állami Földmérés“ 1910-től a háború kitöréséig szintén résztvett nemzetközi földmérési munkálatokban Antalfy Andor és Dobrovics Győző irányítása mellett. Szerkesztők.

nagyobb megértéssel fogadták s talán sikerülni fog a szanálási program keretében is fedezetet találni a nemzetközi vonatkozásai miatt is jelentős munkálatok folytatására.

CSILLAGKÉPEK, CSILLAGRENDEK, CSILLAGSZÁM. A CSILLAGOK JELÖLÉSI MÓDJA.¹

Írta: TASS ANTAL.

1. *Csillagképek.* A csillagos ég rejtélyes titokzatossága már a legrégibb népek fantáziáját izgatta. Ezt nemcsak a régi népek bájos világkeletkezési legendái igazolják, hanem a régiektől átvett csillagászati elnevezések is. Ezek között a legrégibbek a fényükkel kiválóan feltűnő, elkülönítetten álló vagy jellegzetes alakulatokat mutató, a régiek által *csillagképeknek* nevezett csillagcsoportok nevei. Ezen elnevezések némelyikében a régiek vallásos felfogása tükröződik vissza, más csillagképek nevei mithológiai vonatkozásúak avagy szimbolikus jelentőséggel bírnak, mert a csillagimádó népek istenekkel népesítették be a csillagos eget, a mithológia istenné magasztosult hősökkel és állatjaikkal. Így a He culesnek nevezett csillagkép Hercules félisten megörökítője térdelve képzelt alakban, amint a Sárkány fejét tiporja. Avagy a Bootes-csillagkép megörökíti az eke feltalálóját, Philomelost, kit isteni anyja ekéjével és ökörfogatával Bootes néven a csillagok közé helyezett. Egy más csillagcsoport Perseust, Zeus és Danae fiát örökíti meg; neje Andromeda holta után szintén az égen kapott helyet, stb.

Azon csillagokból, melyek irányába a Napot látszó évi mozgása folyamán egy év alatt látjuk, képezték a régiek a tizenkét állatövi csillagképet. A khinaiak 28 házra osztották volt be ezen égövet, ami tulajdonképen a legrégibb kísérletek egyike a különböző évszakok hosszának megjelölésére.

Az ég legrégibb megfigyelői észrevették, hogy az összes csillagcsoportok egy nyugalmi helyzetben lévőknek látszó csillag körül, mint középpont körül annál nagyobb köröket írnak le, menél távolabb esnek e mozdulatlan égi ponttól. Szükségképen

¹ E cikk a csillagászat néhány alapfogalmának kialakulását ismerteti. Célszerűnek mutatkozott ezen fogalmak összefüggő ismertetését adni a többi értekezésben előforduló szakkifejezések megvilágítására.

azt a benyomást kellett szerezniök, mintha az egész ég forgása oly láthatatlan tengely körül történik, melynek egyik végén ez a mozdulatlan csillag áll. Ezért nevezték ezt az ég horogjának, *πολος*-ának és innen származik a mi pólus, poláris csillag elnevezésünk.

A régiektől átvett 48 csillagkép az utolsó évszázadokban újabb 38-cal bővült. Az új elnevezésekkel részben egy-egy fontos eseményt, részben egy-egy kiváló személyiséget akartak megörökíteni. Több ily elnevezés azonban nyomtalanul eltűnt. Csak két ily esetet emelünk ki. Így mikor Napoleon igája alá hajtotta Európát, a lipcei egyetem 1807-ben kénytelen volt az Orion-csillagképnek Orion övéből és kardjából álló alakulatot „Stella Napeolonis“-nak elnevezni. Az utolsó világháború folyamán pedig az a terv vetődött fel, hogy a Bootes és Korona közötti égi rész Bismarck hallhatatlan nevének megörökítésére Bismarck-csillagképnek neveztessék.

A ma közhasználatú csillagképek közül 32 esik az északi, 54 pedig a déli égboltozatra; de utóbbiak közül 8 nyúlik át az északra. A csillagképek leírásával itt nem foglalkozhatunk, mert nevük és helyük elsajátításának legjobb módja jó csillagtérképeket az éggel összehasonlítani, kiindulva a közismert sarkcsillagból. Óvakodnunk kell azonban olyan térképek használatától, melyek a csillagképeket ábrázoló alakok kidomborítására helyezik a fősúlyt, mivel ezeknél az alakokat erősen kidomborító vonalak között elvesznek a csillagok. Legjobban ajánlhatók: Argelander, „Uranometria Nova“, Heis „Atlas coelestis novus“, Schurig-Götz „Tabulae caelestes“ című atlaszai. A Mc Keady-féle „Sternbuch für Anfänger“ való kezdők kezébe.

A következőkben felsoroljuk a nálunk látható csillagképeket a sarkcsillagot magában foglaló Kis Medvéből kiindulva és megadjuk minden csillagkép után a bennük Heis szerint szabad szemmel látható csillagok számát.

Az északi vagyis a világegyenlítőől északra eső csillagképek a következők: Kis Medve = Ursa minor (54), Cepheus (159), Sárkány = Draco (220), Cassiopeia (126), Zsiráf = Camelopardalis (138), Nagy Medve = Ursa maior (227), Vadászkutyák = Canes venatici (88), Lant = Lyra (69), Hattyú = Cygnus (197), Gyík = Lacerta (48), Andromeda (139), Perseus (136), Szekeres = Auriga (144),

Hiúz = Lynx (87), Kis Oroszlán = Leo minor (40), Berenice haja = Coma Berenices (70), Bootes (140), Északi Korona = Corona borealis (31), Hercules (227), Róka = Vulpecula (62), Nyíl = Sagitta (18), Delfin (31), Háromszög = Triangulum (30), Kos = Aries (80), Bika = Taurus (188), Ikrek = Gemini (106), Kis Kutya = Canis minor (37), Rák = Cancer (92), Oroszlán = Leo (161), Lovacska = Equuleus (16), Pegasus (178), Halak = Pisces (128).

A déli égboltozat képei közül nálunk a következők látszanak. Cet = Cetus* (162), Eridanus (168), Orion* (136), Nyúl = Lepus (45), Egyszarvú = Monoceros* (112), Nagy Kutya = Canis maior (70), Vizi Kígyó = Hydra* (165), Serleg = Crater (35), Sextans* (26), Holló = Corvus (26), Mérleg = Libra (12), Szűz = Virgo* (181), Kígyó = Serpens* (64), Kígyótartó = Ophiuchus* (131), Sobieski pajzsa = Scutum Sobiesci (11), Sas = Aquila* (123), Skorpió = Scorpis (105), Nyilas = Sagittarius (146), Bak = Capricornus (63), Vízöntő = Aquarius (130), Déli Hal = Piscis austrinis (31), melyek közül a *-gal jelöltek az északi égboltozatba átnyúló képek.

Heisnek a zárójelekben lévő adatai szerint az északi égboltozaton 3467, a délinek nálunk látható részén 1992 szabad szemmel észlelhető csillag van. A nálunk szabad szemmel látható csillagok száma tehát körülbelül 5500 körül ingadozik. Számuk függ az egyes észlelők szemeinek élességétől, a levegő átlátszóságától és a holdfény intenzitásától. Mivel azonban mindig csak az ég felét láthatjuk, szabad szemmel 3000-nél több csillagot nem igen láthatunk. A csillagok milliárdjairól elterjedt közhasználatú szólam tehát képtelen frázis.

2. *Csillagrendek.* A régiek még az által is különböztették meg az egyes csillagokat egymástól, hogy fényük erőssége szerint osztályozták őket. A legfényesebbeket elnevezték elsőrendűeknek, a szabad szemmel még láthatókat hatodrendűeknek. E két határ közé eső többieket pedig fényük fokozata szerint elnevezték másod-, harmad-, negyed- és ötödrendűeknek. Egyes fényes csillagokat még a régi egyiptómiaiak, görögök külön névvel jelölték. Így Sirius, Arcturus, Capella stb. nevek ily korai eredetű. A középkor elején az arabok új neveket vezettek be (Rigel, Aldeberan, Beteigeuze, stb.). A 17-ik század elején Bayer augsburgi ügyész a görög α , β , γ -val

kezdi jelölni az egyes csillagokat oly módon, hogy a betű a fényességfokozatot is jelölje. Az egyes csillagképekben tehát az α -val jelölt csillagok a képek legfényesebb csillagai. Midőn egyes csillagképekben ez a jelölési mód kimerítettetett, Bayer a latin *abc* betűit használta. Ez a jelölési rendszer a legtöbb csillagképben a 3-ad-, 4-edrendű csillagokig terjed. A még gyengébb fényű csillagokat a Flamsteed-féle csillagkatalógus folyószámaival szokás jelölni. Ilyen módon keletkeztek pl. az α Virginis, β Virginis, . . . ν Virginis, . . . ξ Virginis, α Virginis, . . . m Virginis, . . . 49 Virginis, 50 Virginis, . . . még ma is használatos csillagjelölések.

E helyütt ki kell emelnünk a következő tényeket: 1. Az egyes csillagképeknek ugyanazon betűvel jelölt csillagai nem egyenlő fényűek, azaz hogy az α Canis maioris (Sirius), α Lyrae (Wega), α Aquilae (Athair), α Cygni (Deneb), α Aurigae (Capella), α Tauri (Aldeberan), α Ursae maioris (Dubhe) . . . stb. fénye különböző egymástól. 2. A csillagok fényfokozatát kifejező fényrendet nagyságrendnek (magnitudo-nak) is nevezzük, de hogy a nagyságrend szó nem jelent fizikai kiterjedést. 3. A fény- vagy nagyságrend bevezetésénél a régieket az a kifejezett célzat vezette, hogy az egyes csillagrendek közötti fényesség különbség állandó legyen, azaz hogy az elsőrendű csillagok annyi- vagy annyal legyenek fényesebbek a másodrendűeknek elnevezettekénél, amennyivel ezek fényesebbek a harmadrendűeknek, vagyis amennyivel az ötödrendűeknek elnevezettek fényesebbek a hatodrendűeknek, tehát a szabad szemmel még láthatóknál.

Utóbbi körülmény is mutatja, hogy a csillagok régi rendskálája nem lehet pontos, mert a szabad szemmel még látható csillagok az egyéni látóképességtől függ elsősorban. A bizonytalanság a távcső fölfedezésével még fokozódott, amikor előbb nem látott csillagok száma mindinkább megnövekedett. A csakis távcsőben látható, azaz teleszkopikusoknak nevezett csillagokat is fényük fokozata szerint osztályozni kezdték és pedig oly módon, hogy közülük azokat, amelyek ugyanannyival látszanak gyengébbeknek a hatodrendűekkel szemben, amennyivel utóbbiak az ötödrendűekkel szemben gyengébbek, nevezték hetedrendűeknek. Ezen az úton az egyes kutatók eljutottak a 8-ad, 9-ed, . . . egészen a 20-adrendű csillag fogalmáig.

Minthogy azonban a csillagoknak fényük fokozata szerinti beosztása becslésen alapult, az egyes észlelők eredményei között nagy különbségek mutatkoztak. Így felmerültek olyan esetek, hogy egyik észlelő valamely csillag fényét 15-ödrendűnek, másik pedig 20-adrendűnek becsülte. A becslési eredmény tehát annál bizonytalanabbá vált, minél gyengébb fényűek voltak az egyes csillagok. Az a körülmény is tette bizonytalanná a becslésen alapuló fénybeosztást, hogy nem lehet az egyes csillagok fényét mindig csak egész számú fényrenddel megadni, azaz például a 8-adrendűnek becsült csillagok közül igen sok fényesebb 8-adrendűnél, de gyengébb a 7-edrendűeknél, avagy gyengébb 8-adrendűnél, de fényesebb 9-edrendűnél. Ennek belátása a XVIII. században a tizedcsillagrend (például 1·4, 1·6, ... 2·5, ... 3·3, ... 7·8 ... stb. csillagrend) fogalmának bevezetésére vezetett.

A becslésen alapuló fényskála bizonytalanságának oka a szem fiziológiai sajátosságában rejlik. Az emberi szem ugyanis nem tudja két fénybenyomás erősségének különbségét megbecsülni, hanem csak ezek viszonyát. Ennek felismerése a Fechner-féle pszicho-fizikai törvény fölfedezéséhez fűződik. E törvény alkalmazásával a múlt század négy utolsó évtizedében olyan csillagrendskála használatára tértek át a csillagászok, amelynél a csillagrend fogalma fényintenzitásuk (erősségük) viszonyával van megadva s ezért kell, hogy az egymásután következő csillagrendek fényintenzitásának viszonyai állandó értékűek legyenek. Ebben az új, fotometrikusnak nevezett fényskálában tehát az elsőrendű csillag annyszor (és nem annyival) fényesebb a másodrendűnél, amennyiszor (és nem amennyivel) ez fényesebb a harmadrendűnél, és így tovább ... vagyis amennyiszor pl. a kilencedrendű csillag fényesebb a tizedrendűnél.

E fogalmazás szerint, ha az elsőrendű csillag intenzitását I_1 betűvel, a másodrendűét I_2 -vel, a harmadrendűét I_3 -al, a negyedrendűét I_4 -el, ... a 9-edrendűét I_9 , a 10-edrendűét I_{10} -betűvel jelöljük; kell, hogy az $I_1 : I_2$, $I_2 : I_3$, $I_3 : I_4$, ... $I_9 : I_{10}$ viszonyszámok egymással egyenlők, azaz állandók legyenek, azaz kell, hogy:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{I_2}{I_3} = \frac{I_3}{I_4} = \dots = \frac{I_9}{I_{10}} \dots \text{állandó legyen.}$$

Ha az állandó értékét q -val jelöljük, úgy

$$I_1 = q I_2, I_2 = q I_3, I_3 = q I_4, \dots I_9 = q I_{10};$$

vagyis

$$I_1 = q \cdot q I_3 = q^2 I_3, = q^3 I_4 = q^4 I_5 = \dots = q^9 I_{10} = \dots = q^{n-1} I_n$$

és ezzel ki tudjuk számítani, hogy egy elsőrendű csillag hányszor fényesebb egy másodrendűnél, harmadrendűnél, negyedrendűnél, ... kilencedrendűnél, ... tetszőleges rendűnél.

Mint hogy a fotometrikus törvény bevezetésekor már több százezer csillag becsült fényrendje meg volt határozva, a fotometrikus csillagrend viszonyszámát úgy kellett megállapítani, hogy az egyes csillagok fotometriai rendje lehetőleg ne nagyon térjenek el becsült rendjeiktől. A kétféle úton nyert csillagrend-értékek összehasonlítása arra az eredményre vezetett, hogy az egymásután következő csillagrendek viszonyának számértéke 2.5 körül ingadozik. Célszerűségi szempontokból azután abban történt megállapodás, hogy e viszonyszám végleges értéke legyen 2.512 (mert ennek logaritmus = 0.4000). E megállapodás szerint két csillag fényessége akkor különbözik egymástól egy fotometrikus csillagrenddel, ha intenzitásuk viszonya = 1 : 2.512.

Ha tehát $I = q^{n-1} I_n$ kifejezésben $q = 2.512$ és ha n helyébe rendre 2, 3, 4 ...-t írunk, úgy:

$$I_1 = 2.512 I_2 = (2.512)^2 I_3 = (2.512)^3 I_4 = (2.512)^4 I_5 = \dots = (2.512)^9 I_{10} = \dots$$

azaz:

$$I_1 = 2.512 I_2 = 6.305 I_3 = 15.85 I_4 = 39.81 I_5 = 99.95 I_6 = \dots$$

Ezen az alapon adódott, hogy kerekszámokban egy elsőrendű csillag fényessége egyenlő:

2 $\frac{1}{2}$ másodrendűével,	100 hatodrendűével,
6 harmadrendűével,	251 hetedrendűével,
16 negyedrendűével,	631 nyolcadrendűével,
40 ötödrendűével,	1585 kilencedrendűével.

A törvény bevezetésének első következménye az volt, hogy sok elsőrendűnek tartott csillag fényessége elsőrendűnél nagyobb-

nak adódott. Ezen fényességi fokozat megjelölésére a fényrendskálát a nulla felé és azon túl, a negatív számok felé tágítani kellett, azaz be kellett vezetni a nullarend és negatív csillagrendeket. A régi skála szerint Sirius, Wega, Arcturus, Athair elsőrendű csillagok. A fotometrikus mérések alapján azután megállapítást nyert, hogy Athair fényessége 0·9, Arcturusé 0·2, Wegaé 0·1, Siriusé ellenben —1·6 csillagrend; Sirius tehát Wegaánál 1·7, Arcturusnál 1·8, Athairnál 2·5 csillagrenddel fényesebb.

A csillagok fotometrikus csillagrendadatai látszólagos fényességi adatok. Abszolút fényrendeket úgy kapunk, ha ezeket mind egyenlő távolságra, a csillagoknak egységül felvett, tehát önkényesen megállapított egységnyi távolára vonatkoztatjuk. Jelenleg egységnyi távolúnak tekintjük azokat a csillagokat, amelyeknek parallaxisa¹ = 0·1 másodperc. Ez megfelel kerekén 32 fényévnek, fényév alatt értve azt a távolságot, amelyet a fény egy év alatt másodpercenként 300,000 kilométerrel haladva, megtesz. Az a körülmény tehát, hogy valamely csillag fényessége viszonylag kisebb egy másikénál, még nem jelenti azt, hogy abszolút fényessége is kisebb, mert a viszonylag gyengébb fény a nagyobb távolságtól is származhatik. Fordítva azonban a kisebb fényből nem lehet mindig nagyobb távolságra is következtetni. Ezt néhány adattal igazoljuk:

Sirius	fényessége	—1·6 fényrend;	távola	8·6 fényév;
Wega	"	0·1	"	38·8 "
α_2 Centauri	"	0·4	"	4·3 "
Athair	"	0·9	"	13·7 "
δ Ursae majoris	"	3·3	"	35·4 "
61 Cygni	"	5·4	"	9·5 "

Ezen adatok szerint α_2 Centauri távolsága Siriusének fele, holott Siriusnál 2 csillagrenddel kisebb fényű, azaz Sirius fénye felér α_2 Centauri fényében ragyogó 6 csillag együttes fényével; 61 Cygni alig van valamivel távolabb mint Sirius, mégis 7·0 csillagrenddel kisebb Siriusnál.

3. *Csillagszám.* A csillagok fotometriai rendjének pontos megállapítása a modern asztrofotometria egyik legfontosabb feladata.

¹ A parallaxisról l. 101—123. oldalakon levő cikket.

A csillagok fotometriai vizsgálata sok oly problémát oldott meg, melyek más úton meg sem voltak közelíthetők. Ezeket a vizsgálatokat itt nem érintethetjük, csak egy problémát akarunk említeni, amely a csillagrendek statisztikai vizsgálatából a csillagszám közelítő megállapításához vezetett. Kapteynnek e helyütt nem részletezhető vizsgálatai szerint van:

1·0-sőrendű és fényesebb csillag . . 12,				összesen
1·0—2·0-odrend közötti csillagszám	27, tehát	2·0-odrendig van		csillag
2·0—3·0 " " "	66, "	3·0 " "	"	39
3·0—4·0 " " "	340, "	4·0 " "	"	105
4·0—5·0 " " "	1.025, "	5·0 " "	"	445
5·0—6·0 " " "	3.260, "	6·0 " "	"	1.460
6·0—7·0 " " "	10.280, "	7·0 " "	"	4.720
7·0—8·0 " " "	31.100, "	8·0 " "	"	15.000
8·0—9·0 " " "	92.900, "	9·0 " "	"	46.100
9·0—10·0 " " "	240.000, "	10·0 " "	"	139.000
10·0—11·0 " " "	641.000, "	11·0 " "	"	379.000
11·0—12·0 " " "	1.560.000, "	12·0 " "	"	1.020.000
12·0—13·0 " " "	3.390.000, "	13·0 " "	"	2.580.000
13·0—14·0 " " "	7.130.000, "	14·0 " "	"	5.970.000
14·0—15·0 " " "	14.400.000, "	15·0 " "	"	13.100.000
15·0—16·0 " " "	29.500.000, "	16·0 " "	"	27.500.000
				57.000.000

azaz 16-odrendig haladva, a csillagok összszáma felső határu 60 milliónyi értékhez jutunk.

4. *Csillagok jelölése.* A csillagok jelölésének egyszerű módját, a Bayer és Flamsteed-féle eljárásokat már a csillagrend ismertetésekor megemlítettük. Ezt a jelölési módot még néhány adattal kell kibővítenünk.

Mindenekelőtt még speciális csillagok jelölési módjával, a fényváltozó csillagokéval kell foglalkoznunk.

Fényüket változtató csillagokat már néhány évszázaddal előbb is ismertek. Mindaddig, amíg számuk nem volt nagy, megjelölésük nem okozott nehézséget. Mindössze a Bayer-féle jelölést kellett alkalmasan kibővíteni. Bayer, mint tudjuk, az egyes csillagképek csillagainak megjelölésére a kis görög betűket és a kis latin betűket használta, utóbbiakból „q”-betűn túl levő betűket mindössze két csillagképnél használt. Argelander indítványára azért abban történt megállapodás, hogy az egyes csillagképekben föl-

fedezett változó csillagok jelöltessenek a fölfedezés sorrendje szerint a latin nagybetűkkel *R*-től kezdve, hogy a Bayer-féle jelöléssel csere ne legyen. Az *R*, *S*, *T*, *U*, *V*, *W*, *X*, *Y*, *Z* betűk után jön a csillagkép neve. Tehát pl. a *Lant* képében fölfedezett első változócsillag *R Lyrae*, a második *S Lyrae*, ... a 9-ik *Z Lyrae* nevet kapta.

Egyes csillagképeknél ez a 9 betű csakhamar kevésnek bizonyult és ekkor áttértek e betűk ismétlés nélküli ambióinak: *RR*, *RS*, ... *RZ*; *SS*, *ST*, ... *SZ*; *TT*, *TU*, ... *TZ*; ... *ZZ* használatára, amivel újabb 54 fölfedezés megjelölése biztosított. Mikor egyes csillagképekben annyi fényváltozó csillag fődötetett fel, hogy ezek a jelek is kevésnek bizonyultak, az *AA*, *AB*, ... *AQ*: *BB*, *BC*, ... *BQ*; *CC*, *CD*, ... *CQ*; *QQ*, *QR*, *QS*, ... *QZ* jelölési mód meghonosításával újabb 354 jelhez jutottunk.

1922. év végéig a felettünk elterülő égboltozaton 2740 fényváltozó csillagot fedeztek fel. A mi csillagképeink közül ilyenekben leggazdagabb az Andromeda 47 változóval (*R*-től *WY Andromedae*ig), Aquila 51-el (*R*-től *XZ*-ig), Auriga 57-el (*R*-től *AB*-ig), Cygnus 109-el (*R*-től *CG*-ig), Orion 94-el (*R*-től *BQ*-ig), Sagittarius 94-el (*R*-től *BQ*-ig), Scorpius 91-el (*R*-től *AN*-ig).

Az újabb fénymérési módszerek annyira érzékenyek, hogy segélyükkel igen kis fényváltozás is megállapítható, úgyhogy a változók számának rohamos emelkedésével kell számolnunk.

Azonban azok a változóknak bizonyult csillagok, amelyek korábban már Bayer-féle, tehát polgárjogot nyert jelöléssel bírtak, ezt megtartották. Ilyen alig van jelenleg 40 (pl. α Herculis, β Lyrae, λ Tauri, δ Cephei, ξ Geminorum, β Persei, d Serpentis, γ Aquilae stb.).

Ezek után áttérhetünk a csillagok tisztán számmal való jelölési módjának ismertetésére.

A csillagok száma a teleszkópikus csillagok fölfedezésével csakhamar milliókra emelkedvén, a régibb, legfeljebb néhány ezer csillag megjelölésére alkalmas jelölési módokról át kellett térni célszerűbb eljárásokra. Legcélszerűbbnek látszott a csillagokat olyan számokkal megjelölni, amelyekkel az egyes csillagokat a távcsövön be is tudjuk állítani. Ezek a csillagok egyenlítői koordi-

nátái:¹ a csillag egyenes emelkedése (ascensio recta) és elhajlása (declinatio). Az egyenes emelkedés 0 óra 0 perc 0 másodperctől 24 óra 0 perc 0 másodpercig számíttatván, csillagjegyzékekben a növekedő egyenes emelkedés szerint következnek a csillagok egymásután és folyószámmal láttatnak el. Így a csillagjegyzék (katalogus) neve és folyószáma is megjelöli a csillagot. Szokás a koordinátákkal együtt még a csillag nagyságrendjét is megadni. Így pl.:

$$2.1^M AR = 1\ 6\ 5\ p\ 31.6\ mp; Dekl. = +35^\circ\ 13'\ 24.0''\ (1925.0)$$

oly csillagot jelent, melynek fényrendje 2.1, egyenes emelkedése (AR), illetve elhajlása (Dekl.) előbbi értékek 1925.0-ra vonatkoztatva (Almanachunk 43. oldalain található 7. sorszámú csillag [β Andromedae]).

KÖNYVSZEMLE.²

Írta: TASS ANIÁL.

Mi sem mutatja jobban a nagy kultúrnemzetek művelt osztályainak a természettudományok, de különösen a csillagászat iránt megnyilvánuló feltűnő érdeklődését, mint az a körülmény, hogy az utolsó években a nagy kultúrnemzetek „népszerű” csillagászati irodalma is jelentékenyen gazdagodott. Az ilyirányú legújabb irodalmi termékek között több olyan van, melyek az úgynevezett népszerű irodalom szokásos nivójából és sablonos keretéből kimagaslanak. Köztük első helyet foglal el oly három német munka, melyekhez foghatókat egyik kultúrnemzet irodalma sem tud felmutatni.

Még 1921-ben, mint a „Kultur der Gegenwart” című gyűjteményes munkának 3-ik kötete jelent meg a Hartmann-féle „Astronomie”, beleilleszkedvén e gyűjteményes sorozat többi munkáinál követett irányelvekkel megállapított keretbe: rendszeresen felépíteni mai kultúránk történeti fejlődését és kidomborítani a kultúra egyes ágai alapvető eredményeinek hatását a mai kultúrára. Ezen irányelveknek megfelelően a Hartmann-féle csillagászat 12 önálló részben ismerteti a csillagászati kutatások egyes ágait. Mindegyik része kerek és önálló egész és minden egyes résznek írója a nemzetközi tudományos életben elismert

¹ L. 64. oldalt.

² Ezen ismertetés célja: a Stella-egyesület érdeklődő tagjainak figyelmét megbízható könyvekre felhívni.

kutató. A mű történeti részei igen lebilincselők és sok, eddig kevesek által ismert tényre vetnek világot. Szakcikkei közül kiemelkedik Guthniknek az állócsillagok fizikájáról írt tanulmánya, mely e téren egyenesen forrásmunkául szolgálhat szakemberek részére is. A többi szakcikk is mind olyan, hogy az olvasó látókörét nemcsak gazdagítja, hanem nagyon ki is szélesíti.

E munkánál még nagyobb feltűnést keltett a *New. omb—Engelmann*-féle „Populäre Astronomie“-nak 1921-ben megjelent 6-ik kiadása. Kiválóságát igazolja, hogy a 900 oldalas könyvből 1922-ben újabb kiadást kellett rendezni. Ezen két új köntösében tényleg sok újat hoz. Első része történeti áttekintés után hozza az égi mechanika alaptörvényeinek fejlődését Newton ideje óta; második része a gyakorlati csillagászat köréből meríti anyagát; harmadik része foglalkozik a naprendszerrel, negyedik és legerjedelmesebb része pedig sztellársztrómiai kérdésekkel. Utóbbi rész mutatja legjobban, hogy a munka szerzői: Ludendorff, Eberhard, Kohlschütter, mily szeretettel és lelkesedéssel dolgoztak művükön, kik ebben a modern csillagászat minden aktuális kérdésére kitérnek s biztos kézzel kalauzolják az olvasót a természet legnagyobb laboratóriumában, a csillagos égen lefolyó jelenségek között mindenütt kiemelve, hogy utóbbiak magyarázatánál mi az exakt fizikai alap, mi pedig még bizonytalan spekuláció. E kiváló munkának egyik középfokú iskolánk könyvtárából sem volna szabad hiányoznia; a fizika tanárai igen sokat meríthetnek belőle jövő nemzedékünk látókörének kiszélesítésére.

Hartmann és Ludendorff szerkesztette két mű után jelentőség tekintetében a Scheiner—Graff-féle „Astrophysik“ következik. Scheiner asztrofizikájának 1908-ban megjelent első kiadása magyar fordításban mintegy évtizeddel ezelőtt jelent meg a Természettudományi Társulat könyvkiadó-vállalatában s így jól ismert a hazai közönség előtt. Azonban a világos, vonzó és folyékony nyelvezettel megírt és két kiadást is megért munka erősen subjektív természeténél fogva már első kiadásakor sem állott a tudomány akkori színvonalán, mert Scheiner a kutatása körétől távolabbra eső dolgokat csak mellékesen tárgyalta és érthető ezért, hogy másfél évtized alatt könyvének legnagyobb része elavult. A kiadó-cég részéről a munka átdolgozására felkért Graff ezért nehéz feladat előtt állott, amit annyi tárgyilagossággal és alaposzággal oldott meg, hogy a harmadik kiadású Scheiner (megjelent 1922-ben) tulajdonképpen új könyv. Felderíti a csillagászat és fizika számos vonatkozásait és ezért fizikusainknak is igen ajánlható, de középiskolai matematikai és fizikai ismereteinek birtokában levő olvasó is sok gyönyörűséget fog találni a világosan és higgadtan megírt könyvben. Az a körülmény azonban, hogy Graff pietásból Scheiner felfogását követve, az asztrofizikát az asztrometriától élesen elhatá-

rolni törekedett, őt nem egyszer nehézségek elé állította, mert a csillagászat egyes ágait az egységes kép veszélyeztetése nélkül egymástól elkülönítetten tárgyalni nem lehet. Egyes problémáknál a két. diszciplína annyira összeszővődik, hogy hovátartozásuk el sem dönthető. Nagyon emeli az átdolgozott mű pedagógiai értékét a sok sematikus rajz.

H. Spencer Jones-nak 1922-ben Londonban megjelent, „General Astronomy” című, a csillagászat teljes ismeretkörét felölelő könyve röviden és világosan megírt fejezetekben a megfigyelési eredmények és elméleti fejtegetések gazdag kincseiből céltudatos következetességgel minden fontosat nyújt.

A Newcomb—Engelmann-féle „Populäre Astronomie”-hez előtanulmányul „Newcombs Astronomie für Jedermann” című, Schorr és Graff által 1922-ben kiadott munka szolgálhat, mely könnyen érthető és formailag is szép előadásban az alapismeretek után a Napról, bolygókról, az üstökösökről és a csillagok világából a leglényegesebb tudnivalókat adja. Emellett igen gazdag szép illusztrációkban.

Elsősorban szakmunka Schillernek: „Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne” című, 1923-ban megjelent könyve. A németek ezt csillagászati irodalmukban hézagpótlónak tekintik, de a műkedvelő csillagász is nagy haszonnal forgathatja. Lehetőleg elemi úton törekszik a fényüket változtató csillagokra vonatkozó fontosabb ismereteket nyújtani, de a könyv azt a célt is követi, hogy a német műkedvelő csillagászok körében a fényváltozó csillagok iránt kissé ellanyhult érdeklődést újból felébressze. Ezek megfigyelésére Amerikában nemrég megalakult az „American Association of Variable Star Observers” című egyesület, mely eddigi működésével nagyon is számbaveendő eredményeket ért el. Ugyancsak Dániában Strömgren tanár, a nemzetközi csillagászati társulat elnöke is szervezett ily műkedvelői és e kicsiny ország sok faluját is behálózó társaságot a legutolsó években és pedig oly eredménnyel, hogy egykupalás falusi csillagvizsgálók létesültek itt több helyen, melyeknek tulajdonosai közül nem egy már ezernél is több használható megfigyelést végzett a fényváltozó csillagokról. Minthogy pedig 2000-nél is több az állandó megfigyelést követelő fényváltozó csillag, határtalan munkaalakalom kínálkozik e téren a műkedvelő csillagászok részére.

A német „Bund der Sternfreunde” a műkedvelő Henselingben lelkes vezetőre talált, kinek „Astronomisches Handbuch”-ja (megjelent 1921-ben) az egyesület tagjainak csillagászati kitéje. Hogy a német szakkörök mennyire értékelik Henseling munkásságát, igazolja az, hogy vezetőpozíciókban levő tudósok is támogatták őt cikkeikkel. Viszont más szerzőktől származó cikkek matematikai részei elmaradhattak volna.

A Plassmann szerkesztette „Hevelius, Handbuch für Freunde der Astronomie und kosmischen Physik“ (megjelent 1922-ben) az ugyanily nevű csillagászati egyesület működésének egyik gyümölcse; azonban a kezdő műkedvelő csillagász ismeretkörét nagyon is túlhaladó előismereteket tételez fel a könyv. Középiskolai fizikus tanáraink ellenben haszonnal forgathatják.

Meg kell még emlékeznünk Strömgrennek svéd nyelven megjelent, később Bottlinger által németre ültetett „Astronomische Miniaturen“ című kis füzetéről. Ez a bájos és érdekfeszítő olvasmány valóságos remeke a tudomány népszerűsítésnek és tulajdonképpen Strömgren egyes népszerűsítő előadásainak gyűjteménye. Foglalkozik az egyikben az embernek a mindenségben elfoglalt helyzetével, egy másikban az üstökösproblémával, stb.

McKready: „Sternbuch für Anfänger“ igen ajánlható, szép képei sok gyönyörűséget szereznek.

A magyar csillagászati irodalom rendkívül szegény. Ami figyelemreméltóbb van, az főleg a Természettudományi Társulatnak érdeme, amely a jelen század első évtizedében Todd kitűnő „Népszerű csillagászatát“, második évtizedében Scheiner asztrofizikáját fordíttatta le. Mindkét munkának a fizikai csillagászatot tárgyaló részei ma már túlnyomóan elavultak. A Természettudományi Társulat a természettudományok iránti érdeklődést ezek haladásáról összefoglaló és tájékoztató nagyobb közlemények kiadásával is óhajtván fokozni, 1910-ben megindította volt a „Népszerű Tudományos Könyvtár“ c. kiadványsorozatát. Akkor Halley üstököse váltott volt ki oly lázas érdeklődést a csillagászat iránt, aminőnek tanui voltunk mult évben Marsnak nagy oppozíciója alkalmából. Csak természetes, hogy a Társulat kiadványainak ezen új sorozatát egy az üstökösökről szóló monográfiával nyitotta volt meg. E jeles monográfia írója Wodetzky József titkártársunk. „Üstökösök“ című kitűnő könyve igen érdekes és tanulságos történeti áttekintés után ismerteti az üstökösök mozgása törvényszerűségeit, a fontosabb üstökösöket, az üstökösök fizikáját és a meteorrajokkal való összefüggésüket. E könyvre tagtársaink figyelmét külön is felhívjuk. Figyelemreméltó Hoffmann Ernőnek „A Csillagos Ég“ című kis műve, mint egyik kísérlet a kommun bukása után a szélesebb rétegek érdeklődését ideális célok felé terelni. Végül megemlítendő még Lassovszky Károlynak „A Mars bolygó“-ról írt, a „Tudományos Gyűjtemény“ keretében 1924-ben megjelent tanulmánya, mely a hírhedt Marsesatorna problémát nagy objektivitással ismerteti.

A NEMZETKÖZI CSILLAGÁSZATI TÁRSULAT 1924. ÉVI KONGRESSZUSA.

Közli : TASS ANTAL.

A rövidebb-hosszabb időközökben megismétlődő tudományos kongresszusokon kínálkozik a legjobb alkalom az egyes tudományágak haladását, egyes előtérben álló problémák kialakulását a kritikai megvitatás, a szcénák közötti eszmecserék világító fényénél megismerni. Az eszméknek a közvetlen kritika tisztítótüzeiben megedződését egy évtizeden át nélkülöznünk kellett, mert a világháború és a nyomában járó áttekinthetetlen bonyodalmak internacionális tudományos kongresszusok megszervezését lehetetlenné tették.

Ez az összes természettudományok fejlődésére volt káros hatással, különösen azonban azokra, melyeknél a fejlődéshez szükséges kísérleti bázist csak nemzetközi kooperációval lehet biztosítani, mint például a csillagászatban. Ennek végcélja lévén feltárni a világegyetem szerkezetét, a problémához a kísérleti alapot, a szükséges adathalmazt csak évtizedekig tartó, gondosan kidolgozott tervek szerint végzett mechanikus tömegmegfigyelésekkel lehet előteremteni. Így például ma már közel negyedmillió csillagnak ismerjük spektrumát. Ez olyan kísérleti anyag, melyre a csillagok fejlődési elméleteit már fel lehet építeni. Azonban az egyes, ilyen megfigyelésekre berendezett csillagvizsgálók néhány évtizedes munkával legfeljebb néhány ezer csillagnak állapíthatják meg színképét, multhatatlan ezért tervszerű együttműködésük megszervezése. Vagy például a csillagok saját mozgásának megállapítására szükséges a különböző időszakokban készült precíz csillagkatalógusok adatainak összehasonlítása. Precíz csillagpozíciók meghatározása egyike a legnehezebb csillagászati feladatoknak lévén, egy-egy csillagvizsgáló csak kevés anyagot vállalhat el s ezért céltudatos nemzetközi összeműködés nélkül a kívánt eredményt e problémánál sem lehet elérni.

Épen a pontos csillagpozíciók meghatározásának nemzetközi megszervezésére alakult 1863-ban Lipcsében az „Astrono-

mische Gesellschaft“ minden világrész csillagászainak bevonásával. A társulat kongresszusain mindig gondosan ügyelt arra, hogy vezetőségének összetételében kifejezésre jusson a nemzetközi jelleg. Ennek a körülménynek köszönhető, hogy a hosszú háborús évek alatt az ellenséges államok csillagászai között a közvetlen vagy közvetett érintkezés fonala nem szakadt el végkép, hogy a csillagászati felfedezésekről szóló jelentések a hadban álló államok csillagvizsgálói között közvetíthetők és hogy a legfontosabb csillagászati folyóiratok és publikációk közöttük kicserélhetők voltak. Mindez főleg Strömgren tanárnak, a kopenhágai csillagvizsgáló-intézet igazgatójának elévülhetetlen érdeme, ki a legválságosabb időben a társulat elnöki székét bírta.¹ Siker koronázta fáradozásait, mert intencióit a legelőkelőbb helyeken mindenütt nagy objektivitással és önuralommal fogadták.

Noha Strömgrenben internacionális jelentőségű tudós bírta a társulat elnöki székét, csak 1920-ban lehetett egy csillagászati kongresszus összehívásának tervével foglalkozni. Ezen 1921 augusztus havában Potsdamban tartott kongresszuson a társulatnak 400 tagja közül 140 jelenvén meg, a társulat nagy erkölcsi sikert is aratott, mert ennél népesebb csak a háború kitörése előtt az utolsó, az 1913-ban tartott hamburgi kongresszus volt 155 résztvevővel. Ez alkalommal az összes európai és tengerentúli államok képviselői jelentek volt meg.

Hogy a potsdami kongresszuson mekkora a jövőben bízó reménnyel folytak a tanácskozások, mutatja, hogy egyrészt hosszú szünet után újból egy internacionális expedíció szervezési munkálatainak előkészítése volt lehetséges,² másrészt, hogy egy másik nagy horderejű kérdés előkészítésével is foglalkoztak, mely az 1924. évi lipcei kongresszus tárgyalásainak főpontjává vált.

¹ A háború kitörésétől 1920-ig a kopenhágai csillagvizsgáló 1708 sürgönyben tudatta az egyes csillagvizsgálókkal az új csillagászati felfedezéseket, a folyóiratok, csillagászati publikációk kicserélésének közvetítése pedig a kopenhágai csillagvizsgáló aktáinak évi számát 7000-nél nagyobbra növelte.

² Az 1922. évi teljes napfogyatkozás megfigyelésére és Einstein elméletének kísérleti ellenőrzésére.

A „Stella“-egyesület alakuló közgyűlésén a titkári jelentés³ is már rámutatott arra, hogy az „Astronomische Gesellschaft“ (röviden A. G.) legfontosabb alkotása több európai és tengerentúli csillagvizsgáló közreműködésével készült 19 hatalmas kvartkötetből álló csillagkatalógusa, mely közel 178.000 állócsillagnak adja precíz koordinátáit. Ezek az égi szférán oly pontokat jelölnek ki, melyeknek jelentőségéhez a földmérés elsőrendű háromszögelési pontjaiét lehet hasonlítani. Amint utóbbiak geodéziai méréseknél alapul szolgálnak, úgy előbbieket szolgáltatják a szférának az üstökösök és a kis bolygók pályameghatározásánál a kiindulásul szolgáló alappontokat, főrendeltetésük azonban az, hogy mikor meghatározásukat megismétlik, hogy akkor a két különböző epohára nyert pozíciók közötti eltérések a lehető legnagyobb pontossággal megállapíthatók legyenek s hogy e precízen meghatározott eltérések a csillagok és a naprendszer saját mozgásának, valamint a fundamentális csillagászati állandók értékének az eddiginél precízebb meghatározásához szilárd bázist szolgáltatassanak. Ismereteink mai állásával szemben a haladás tehát a csillagászati fundamentális mennyiségek nagyobb pontosságában fog nyilvánulni, miáltal az égi triangulációs pontok a szférának az eddigieknél mélyebb régióihoz rögzítettnek, az ég szerkezetére vonatkozó spekulációk pedig szilárdabb alapra helyezkednek.

Ezen, eredetileg későbbi generációknak fenntartott munka ismétlését a potsdami csillagászkongresszus által kiküldött szakbizottság javaslatára a lipcei csillagászkongresszus már elhatározta s a vállalkozásnak a német csillagvizsgálókra eső költségeit a német „Notgemeinschaft“ biztosította. A dolog természetéből folyik, hogy csak „megfelelő teljesítő-képességű“ meridiánműszerekkel bíró csillagvizsgálók vehetnek részt ezen alapvető munkában. Németországra az anyag mintegy 80%-a jutván, a sztellársztronómiai kutatások újabb megalapozásánál a német fölény kirívó.

³ Lásd 242. oldalt.

A lipcei csillagászkongresszus egyébként 1924 szeptember 16—19. napjain folyt le 14 nemzet 88 képviselőjének részvétele mellett. Tekintve, hogy normális viszonyok között a társulat tagjai számának ötöde, hatoda szokott megjelenni, a kongresszus látogatottság tekintetében is sikert mutathat fel. De sem a potsdamin, sem a lipcein franciák és belgák nem vettek részt, az olaszok mindkét esetben 1—1 képviselővel, a jugoszlávok egy zágrábi tanárral, a csehszlovákok két csehországi némettel képviseltették magukat. A három északi ország, Hollandia, Anglia, Finnország, Japán, az új Oroszország, Svájc és Magyarország képviselve volt.

A kongresszus négy délelőttön és három délutánon át ülésezett. Húsz előadó referált a csillagászat egyes ágainak újabb fejlődéséről. Az előadások sorrendjét Kienle tanár (Göttingen) nyitotta meg, ki azzal a kérdéssel foglalkozott, mikép lehet a kozmogóniai spekulációkat az eddiginél exaktabb elméleti alapra helyezni. Kozmogóniai kérdést fejtegetett Nölke (Bréma) is, ki rámutatott arra, hogy a naprendszer bolygói eredetileg a Nap ködének sűrűsödési helyeit is képezhették. A Mars-csatornák hírhedt problémáját Kühl (München) tárgyalta; előadó sokat foglalkozott az emberi szem fiziológiai teljesítőképességének tanulmányozásával és megállapítván ennek legszélsőbb határait, kísérleti úton mutatta be a csatornáknak kontraszthatásként való keletkezési módját és ezen az alapon a csatornákat optikai csalódásnak minősítette. Lundmark (Upsala) fejtegette az állócsillagok tömegének meghatározására szolgáló elméleti alapokat és ezek távolára vonatkozó azon összefüggéseket mutatta be, melyek a trigonometrikus, a színekpi, végül a színekptipusból és a saját mozgásból adódó parallaxisértékek esetén fellépnek. Egy másik előadásában ismertette a csillagködök távolságának becslésére vonatkozó különböző eljárásokat és kimutatta, hogy a spirálködök nem tekinthetők a Tejút-rendszer tagjainak, hanem hogy ezek különálló csillagszigeteknek minősítendőek, melyeknek távolsága 10.000 fényévnél nagyobb. Így pl. az Andromadaköd távolsága másfél millió fényévnyi értékre jutott.

A fényváltozó csillagok egyes típusainak problémájával Güssow kisasszony (Babelsberg) — a társulat keletkezése óta az első nőelőadó — és Hoffmeister (Sonneberg) foglalkozott. Kritzinger (Drezda) a napfoltok periódusának analizisét, Prey (Prága) felsőbb geodéziai kutatásainak eredményét, továbbá a prágai német egyetemi csillagvizsgáló sorsát, Numerow (Leningrad) az ottani új csillagászati számolóintézet szervezetét és munkaterveit kapcsolatban az oroszországi felsőbb geodéziai mérésekkel¹ ismertette. Anderseen (Aarhus) az asztrofizikai mérések adatainak legcélszerűbb kiértékelésének problémáját, Struve (Babelsberg) a Saturnus-rendszer problémáját atyja és saját mérései alapján és a probléma fejlődését tárgyalta. Schönberg (Helsingfors) a Hold és a nagy bolygók megvilágításának kérdését, Wolf (Heidelberg) az Amerika-köd csillagüreinak problémáját fejtegette, Bernheimer (Bécs) a napsugárzás ingadozásainak kiderítésével foglalkozott.

Elméleti szempontból Strömgren (Kopenhága) előadása a háromtest problémájáról, ennek fejlődéséről és e téren végzett kutatásairól nagy haladást jelent. Második előadásában ismertette a dán műkedvelő-csillagászoknak általa életrehívott szervezetét és működésük eddigi eredményét.

Az előadások nyomán kifejlődött eszmecserék fölöttébb érdekessé és változatossá tették az üléseket. Különösen Wilkens (Breslau) mélyenszántó kritikai megjegyzései és fordultatos ötletei keltettek általános feltűnést.

Kobold (Kiel) az üstökösökre és pályájuk meghatározására, Guthnik (Babelsberg) a fényváltozó csillagokra vonatkozó jelentését a társulat nagy tetszéssel fogadta. Hogy a társulat egyéb adminisztratív ügyeinek intézése aránylag rövid időt vett igénybe, az elnökének, Strömgren tanárnak érdeme, ki a legkényesebb és a legnagyobb horderővel bíró ügyeket ülésen kívül annyira előkészítette volt, hogy a folyó ügyek intézése egyszerű tudomásvételre szorítkozott.

¹ A magyar felsőbb geodéziai mérések állását ismerteti az 210—213. oldalakon levő cikk.

A következő periódusra a társulat elnöksége következőképen alakult. Elnök lett Strömngren (Kopenhága) helyettese: Wolf (Heidelberg), az elnökség tagjai: Cerulli (Róma), Donner (Helsingfors), Oppenheim (Bécs); ügyvezető titkárok: Ludendorff (Potsdam), Guthnik (Babelsberg); pénztáros: Bauschinger (Lipese).

A kongresszus harmónikus lefolyását a lipesei csillagvizsgáló tisztviselői megfelelő előkészítéssel és a szász hatóságok nagyban előmozdították. Dr. Kaiser, szász közoktatásügyminiszter Drezdából Lipésébe érkezett, hogy a kongresszust ennek megnyitása után elsőnek üdvözölje a szász kormány nevében. Utána dr. Kubitz polgármester a Londonban tárgyaló főpolgármester helyett a város, dr. Steindorff rektor az egyetem és dr. Wiener a szász tudományos akadémia nevében üdvözölte a kongresszust. A külsőségekhez tartozik még megemlíteni, hogy egyik estén a szász közoktatásügyi miniszter, másik estén a város látta vendégül a kongresszus tagjait, mely alkalomra dr. Rothe főpolgármester londoni tárgyalásainak megszakításával Lipésébe érkezett a kongresszus fogadására.

Az „A. G.” mult évi közgyűlését tulajdonképen a társulat régi hagyományaihoz híven Németországon kívül óhajtotta volt megtartani. Azonban a súlyos gazdasági viszonyok miatt a terv kivihetetlennek bizonyulván, az elnökség választása Lipésére, mint arra a városra esett, melynek falai között ringott a társulat bölcseje és melynek egyetemén 1562-ben a XVI. század legnagyobb csillagásza, Tycho Brahe, még jogot tanult.

Miután a kongresszus 1910-ben Breslauban, 1913-ban pedig Hamburgban — az ottani új csillagvizsgáló felavatása alkalmából — ülésezett és mivel a gazdasági viszonyok kényszerítő hatása alatt 1921-ben Potsdamban, 1924-ben pedig Lipésében volt kénytelen összejönni, általános volt az óhaj, hogy a következő két nagygyűlés, az 1926. és 1928. éviiek a társulat internacionális jellegére tekintettel, Németországon kívül tartassanak meg. Többfelől és igen

tekintélyes személyiségek részéről azon óhaj is nyilvánult, hogy az 1928. évi kongresszus Budapestre hívassék meg, egyrészt, mert ekkor lesz harminc éve annak, hogy a társulat fennállása óta először és eddig egyetlen egyszer Budapesten ülésezett, másrészt nagy figyelemmel kísérvén a magyarság nemzeti csillagvizsgálójának újjáélesztésére irányuló lépéseit, megvalósításának kiviteli módját szeretnék megismerni.

ZEISS



A hamburg — bergedorfi csillagvizsgáló-intézet reflektora.
A tükör átmérője 1000 cm., fókustávola 3 méter.